

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
\_\_\_\_\_ Д.А. Таюрский  
"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**  
Электротехника и электроника

Направление подготовки: 27.03.05 - Инноватика

Профиль подготовки: Управление инновационными проектами в сфере высоких технологий

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. (доцент) Тюрин В.А. (Кафедра радиофизики, Высшая школа киберфизических систем и прикладной электроники), Vladimir.Tiourin@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-4	способностью обосновывать принятие технического решения при разработке проекта, выбирать технические средства и технологии, в том числе с учетом экологических последствий их применения
ОПК-7	способностью применять знания математики, физики и естествознания, химии и материаловедения, теории управления и информационные технологии в инновационной деятельности
ПК-10	способностью спланировать необходимый эксперимент, получить адекватную модель и исследовать ее

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- принцип действия электронных компонентов;
- математические модели электронных компонентов, а также построение эквивалентных схем для различных режимов работы;
- особенности расчёта узлов электронных устройств.

Должен уметь:

- математически описывать физические процессы, происходящие в электронных устройствах;
- на основе анализа особенностей микроэлектронных приборов правильно выбирать элементную базу для построения аппаратуры;

Должен владеть:

- методами анализа и синтеза электронных устройств с учетом особенностей работы полупроводниковых приборов и микросхем в различных режимах и частотных диапазонах их применения.
- навыками работы с учебной и научной литературой.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- к решению задач, связанных с необходимостью применения средств и методов электротехники и электроники в своей практической деятельности;
- эксплуатировать современную радиоэлектронную аппаратуру и оборудование;
- работать с современными образовательными и информационными технологиями.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.Б.20 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 27.03.05 "Инноватика (Управление инновационными проектами в сфере высоких технологий)"

Осваивается на 2 курсе в 4 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) на 216 часа(ов).

Контактная работа - 108 часа(ов), в том числе лекции - 32 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 40 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 72 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 4 семестре.

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-тельная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи-ческие занятия, всего	Практи-ческие в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Введение. Электротехника как раздел радиотехники.	4	2	0	0	0	2	0	6
2.	Тема 2. Электрические цепи постоянного тока.	4	4	0	4	0	2	0	6
3.	Тема 3. Линейные электрические цепи переменного тока.	4	2	0	4	0	4	0	6
4.	Тема 4. Переходные процессы в линейных электрических цепях.	4	2	0	4	0	4	0	6
5.	Тема 5. Периодические и несинусоидальные токи в электрических цепях.	4	4	0	4	0	2	0	6
6.	Тема 6. Полупроводниковые приборы и устройства.	4	2	0	4	0	4	0	6
7.	Тема 7. Электромагнитные устройства и магнитные цепи.	4	2	0	4	0	2	0	6
8.	Тема 8. Трансформаторы.	4	4	0	2	0	4	0	6
9.	Тема 9. Импульсные источники питания.	4	2	0	2	0	4	0	6
10.	Тема 10. Электрические машины постоянного тока.	4	2	0	2	0	4	0	6
11.	Тема 11. Асинхронные и синхронные машины.	4	2	0	2	0	4	0	6
12.	Тема 12. Основы электропривода.	4	4	0	4	0	4	0	6
	Итого		32	0	36	0	40	0	72

**4.2 Содержание дисциплины (модуля)**

**Тема 1. Введение. Электротехника как раздел радиотехники.**

Задачи, отличия от раздела радиоэлектроники и общие подразделы. Общие понятия об электрической энергии, электротехнике, электронике, электроприводе. Задачи передачи информации и передачи/преобразования энергии. Элементная база электроники. Электропривод. История развития и перспективы дисциплины.

**Тема 2. Электрические цепи постоянного тока.**

Электротехнические устройства постоянного тока, область их применения. Условные графические обозначения. Линейные элементы электрических цепей. Источники и приёмники энергии. Законы Ома и Кирхгофа. Резистивные элементы, источники ЭДС и токов. Пассивные и активные двухполюсники. Энергетические соотношения в электрических цепях.

**Тема 3. Линейные электрические цепи переменного тока.**

Однофазные цепи. Источники синусоидальной ЭДС. Способы представления электрических величин. Временные диаграммы, вектора, комплексные числа. Уравнения электрического состояния цепи с последовательным соединением элементов. Активное, реактивное и полное сопротивление. Комплексная плоскость и изображение физических величин на ней. Резонанс токов. Активная реактивная и полная мощность.

Трёхфазные цепи. Трёхфазный генератор. Способы изображения симметричной системы ЭДС. Способы соединения фаз обмоток генератора. Трёхфазные трёхпроводные и четырёхпроводные цепи. Фазные и линейные напряжения. Анализ трёхпроводных и четырёхпроводных трёхфазных цепей при симметричной и несимметричной нагрузках.

#### **Тема 4. Переходные процессы в линейных электрических цепях.**

Понятие о переходных процессах в электрических цепях, причины их возникновения. Дифференциальные уравнения, описывающие переходные процессы, и методы их решения. Законы коммутации. Переходные процессы в простейших линейных цепях. Случай последовательного соединения конденсатора и резистора при подключении к источнику питания. Случай разрядки конденсатора на резистор.

#### **Тема 5. Периодические и несинусоидальные токи в электрических цепях.**

Причины возникновения негармонических токов. Способы представления периодических несинусоидальных напряжений и токов. Действующие и средние значения несинусоидальных величин. Основные принципы анализа линейных электрических цепей несинусоидального тока. Общие приёмы анализа нелинейных цепей из разделов электротехники и радиоэлектроники.

#### **Тема 6. Полупроводниковые приборы и устройства.**

Основные устройства современной твердотельной электроники. Диоды, биполярные транзисторы, тиристоры, полевые транзисторы, их условные обозначения в электрических схемах. Практически важные для применений в электротехнике свойства р-п перехода: вольт-амперная характеристика, ёмкость прямосмещённого и обратосмещённого р-п перехода. Передаточные характеристики биполярного транзистора. Эффект Ирли. Эффект Миллера. Ключевой и линейный режимы. Режим отсечки. Схемы включения ОБ, ОК, ОЭ. Матрица h-параметров. Параллельное включение силовых биполярных транзисторов.

Тиристоры как устройства с положительной обратной связью, эквивалентная схема с биполярными транзисторами. Преимущества и недостатки тиристоров в сравнении с биполярными силовыми ключами.

Разновидности полевых транзисторов. Полевой транзистор с управляющим р-п переходом. Передаточные характеристики полевых транзисторов с изолированным затвором (МДП, MOSFET). Негативный эффект от паразитного биполярного транзистора в структуре MOSFET, способ его уменьшения. Параллельное включение полевых транзисторов. Структура современных силовых MOSFET. Основные характеристики MOSFET. Основные схемотехнические решения с использованием MOSFET.

IGBT-транзисторы, преимущества и недостатки в сравнении с MOSFET.

Интегральная полупроводниковая электроника. Цифровая и аналоговая электроника. Операционные усилители. ШИМ-драйверы импульсных источников питания.

#### **Тема 7. Электромагнитные устройства и магнитные цепи.**

Типовые электромагнитные устройства. Понятие магнитной цепи. Ферромагнитные материалы, их основные характеристики и свойства. Электромагнитные устройства с постоянными магнитными потоками. Электромагнитные устройства с переменными магнитными потоками. Потери энергии в сердечнике катушки на перемагничивание и на вихревые токи.

#### **Тема 8. Трансформаторы.**

Индуктивно-связанные обмотки. Назначение и принцип действия трансформатора. Коэффициент полезного действия трансформатора. Трёхфазные трансформаторы. Параллельная работа трансформаторов. Многообмоточные трансформаторы. Автотрансформаторы. Измерительные трансформаторы. Расчет коэффициента трансформации. Расчет к.п.д. трансформатора.

#### **Тема 9. Импульсные источники питания.**

Широтно-импульсная модуляция и обратная связь. Топологии импульсных источников питания (ИП). ИП без гальваноразвязки: понижающие "Buck"-конвертеры, повышающие "Boost"-конвертеры, "Buck-Boost"-конвертеры. ИП с гальваноразвязкой, асимметричные "FlyBack" и симметричные "Push/Pull" конвертеры. Полумостовая и мостовая схемы.

#### **Тема 10. Электрические машины постоянного тока.**

Многофазные электрические цепи. Способы соединения фаз источника трехфазного тока и соотношения между его линейными и фазными напряжениями Трехфазные цепи при соединении приемников звездой Трехфазные цепи при соединении приемников треугольником Мощность трехфазных цепей. Преимущества по сравнению как с однофазными, так и многофазными цепями.

#### **Тема 11. Асинхронные и синхронные машины.**

Устройство и применение асинхронных машин. Условные схематические обозначения. Принцип действия трёхфазных машин, режимы работы. Уравнения электрического и магнитного состояния трёхфазного двигателя. Устройство и принцип действия однофазных асинхронных двигателей.

Устройство и применение трёхфазных синхронных машин. Принцип действия генератора и двигателя. Уравнение электрического состояния цепи.

#### **Тема 12. Основы электропривода.**

Основные режимы работы электропривода. Механические характеристики электродвигателей. Особенности электродвигателей разных типов. Режимы работы электродвигателей. Нагрев и охлаждения электродвигателей. Выбор электродвигателей. Расчет и выбор мощности электродвигателей. Расчет эквивалентной мощности двигателя. Управление электроприводом. Общие требования к пусковой и защитной аппаратуре. Аппаратура ручного управления. Контактные и магнитные пускатели. Частотные преобразователи.

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"







### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 27.03.05 "Инноватика" и профилю подготовки "Управление инновационными проектами в сфере высоких технологий".

### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 27.03.05 - Инноватика

Профиль подготовки: Управление инновационными проектами в сфере высоких технологий

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

#### Основная литература:

1. Арсеньев, Г. Н. Основы теории цепей: Учебное пособие / Г.Н. Арсеньев, В.Н. Бондаренко, И.А. Чепурнов; Под ред. Г.Н. Арсеньева. - Москва : ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2011. - 448 с.: ил.; . - (Высшее образование). ISBN 978-5-8199-0466-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/224548> (дата обращения: 07.04.2020). - Режим доступа: по подписке.
2. Комиссаров, Ю. А. Общая электротехника и электроника : учебное пособие для вузов / Ю. А. Комиссаров, Г. И. Бабокин ; под ред. П. Д. Саркисова. - Москва : Химия, 2010. - 604 с. - ISBN 978-5-98109-085-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/488007> (дата обращения: 07.04.2020). - Режим доступа: по подписке.
3. Марченко, А. Л. Электротехника и электроника: Учебник. В 2 томах. Том 1: Электротехника / А.Л. Марченко, Ю.Ф. Опачий - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 574 с. (Высшее образование) ISBN 978-5-16-009061-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/420583> (дата обращения: 07.04.2020). - Режим доступа: по подписке.

#### Дополнительная литература:

1. Анисимова, М. С. Электротехника и электроника : учебное пособие / М. С. Анисимова, И. С. Попова. - Москва : МИСИС, 2019. - 135 с. - ISBN 978-5-907061-32-3. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/116939> (дата обращения: 07.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Аполлонский, С. М. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле : учебное пособие / С. М. Аполлонский. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 592 с. - ISBN 978-5-8114-1155-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/3188> (дата обращения: 07.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Гальперин, М. В. Электротехника и электроника : учебник / М.В. Гальперин. - 2-е изд. - Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2019. - 480 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-104802-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/987378> (дата обращения: 07.04.2020). - Режим доступа: по подписке.
4. Славинский, А. К. Электротехника с основами электроники : учеб. пособие / А.К. Славинский, И.С. Туревский. - Москва : ИД 'ФОРУМ' : ИНФРА-М, 2019. - 448 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-8199-0747-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/989315> (дата обращения: 07.04.2020). - Режим доступа: по подписке.

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 27.03.05 - Инноватика

Профиль подготовки: Управление инновационными проектами в сфере высоких технологий

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.