

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

Проф. Д. А. Таюрский

» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Электротехника и электроника

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

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. Дулов Е.Н. (Кафедра физики твердого тела, Отделение физики), Evgeny.Dulov@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-3	способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- методы анализа электрических сигналов;
- физические свойства, характеристики и параметры полупроводниковых приборов;
- методы анализа и характеристики линейных и нелинейных электрических цепей;
- принципы работы, основные параметры и характеристики устройств силовой электроники;

Должен уметь:

- грамотно читать электрические схемы и пользоваться электронной аппаратурой;
- оценивать степень воздействия электронных цепей на параметры и спектр сигнала;
- рассчитывать электрические схемы простых каскадов на транзисторах;
- анализировать работу простейших импульсных устройств.

Должен владеть:

- методами решения задач, связанных с необходимостью применения радиотехнических средств и методов в своей практической деятельности;
- навыками работы с простейшей измерительной аппаратурой;
- навыками работы с учебной и научной литературой.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- к решению задач, связанных с необходимостью применения радиоэлектронных средств и методов 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.В.ОД.3 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 28.03.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника (не предусмотрено)" и относится к обязательным дисциплинам. 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 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 60 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 24 часа(ов), лабораторные работы - 18 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 48 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет 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	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Электротехника как раздел радиотехники.	4	1	0	0	2
2.	Тема 2. Твердотельная полупроводниковая электроника. Зонная структура в кристаллах.	4	1	2	0	2
3.	Тема 3. Контактные явления в полупроводниках, p-n переход.	4	2	4	3	6
4.	Тема 4. Эффективная ёмкость прямосмещённого и обратосмещённого p-n перехода.	4	2	2	3	4
5.	Тема 5. Биполярный транзистор. Вольт-амперные характеристики.	4	2	4	0	6
6.	Тема 6. Биполярный транзистор. Сопутствующие явления.	4	2	2	3	4
7.	Тема 7. Биполярный транзистор. Режимы работы.	4	1	2	0	4
8.	Тема 8. Полевой транзистор с управляющим p-n переходом (jFET).	4	2	2	3	6
9.	Тема 9. Полевой транзистор с изолированным затвором (МДП/MOSFET). Устройство и принцип работы.	4	2	2	0	4
10.	Тема 10. Полевой транзистор с изолированным затвором (МДП/MOSFET). Работа в ключевом режиме.	4	1	2	3	4
11.	Тема 11. Полевой транзистор с изолированным затвором (МДП/MOSFET). Конструкция и применения.	4	1	1	0	4
12.	Тема 12. Подходы к конструированию импульсных источников питания.	4	1	1	3	2
	Итого		18	24	18	48

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение. Электротехника как раздел радиотехники.

Задачи, отличия от раздела радиоэлектроники и общие подразделы. Задачи передачи информации и передачи/преобразования энергии.

Тема 2. Твердотельная полупроводниковая электроника. Зонная структура в кристаллах.

Формализм функций Блоха в применении к описанию формирования зонной структуры. Классификация материалов по ширине запрещённой зоны. Волновые свойства электронов и качественная аналогия с фотонными кристаллами.

Тема 3. Контактные явления в полупроводниках, р-п переход.

Равновесные и неравновесные концентрации носителей заряда. Диффузия носителей заряда. Вольт-амперная характеристика р-п перехода, уравнение Больцмана (Шокли). Дифференциальное сопротивление. Модель вентиля.

Тема 4. Эффективная ёмкость прямосмещённого и обратносмещённого р-п перехода.

Ёмкость обратносмещённого р-п перехода, варикапы. Ёмкость прямосмещённого р-п перехода, избыточная концентрация носителей, время рассасывания. Зависимость ёмкости прямосмещённого р-п перехода от тока. Роль эффекта задержки закрытия вентиля в силовой электронике.

Тема 5. Биполярный транзистор. Вольт-амперные характеристики.

Получение ВАХ биполярного транзистора (BJT) на основе решения уравнения диффузии. Типовые схемы включения. Применение теории четырёхполюсников к описанию работы каскадов на биполярных транзисторах. Система h-параметров. Коэффициент передачи по току h_{21} .

Тема 6. Биполярный транзистор. Сопутствующие явления.

Эффективная толщина базы и её влияние на ВАХ транзистора (эффект Эрли). Паразитные обратные связи, эффект Миллера. Входной и выходной импедансы каскадов на биполярных транзисторах с различными вариантами включения.

Тема 7. Биполярный транзистор. Режимы работы.

Режимы отсечки, насыщения и линейный режим. Упрощённая модель транзистора. Работа в ключевом режиме. Параллельное включение биполярных транзисторов. Температурные эффекты.

Тема 8. Полевой транзистор с управляющим р-п переходом (jFET).

Получение уравнения для вольт-амперных характеристик. Крутизна характеристики. Работа jFET в усилительном режиме. Режим отсечки. Ток насыщения. Преимущества каскадов jFET перед каскадами на BJT.

Тема 9. Полевой транзистор с изолированным затвором (МДП/MOSFET). Устройство и принцип работы.

Инверсия проводимости подзатворного слоя. Уравнение вольт-амперных характеристик полевого транзистора. Крутизна характеристики. Сопротивление канала. Прочие статические характеристики.

Тема 10. Полевой транзистор с изолированным затвором (МДП/MOSFET). Работа в ключевом режиме.

Заряд затвора, необходимый для перехода в открытое состояние. Сопротивление канала. Паразитный биполярный транзистор в структуре MOSFET, способ уменьшения его влияния. Ограничение dV/dt стока. Встроенный диод (body diode) и его роль в применениях силовых MOSFET.

Тема 11. Полевой транзистор с изолированным затвором (МДП/MOSFET). Конструкция и применения.

Параллельное включение MOSFET при работе в ключевом режиме. HEXFET-структура. Достижения микроэлектроники и применение технологий VLSI (Very Large Scale Integration) в производстве современных силовых MOSFET-транзисторов.

Тема 12. Подходы к конструированию импульсных источников 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.

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 образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

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

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы.

Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

БГУИР: конспект лекций по курсу 'Телемеханика' - http://www.bsuir.by/m/12_100229_1_62257.pdf

МГТУ им. Н.Э. Баумана: курс лекций 'Основы электротехники' - http://iu4.ru/edu/211001/sem04/oe/oe_lec.pdf

МГТУ им. Н.Э. Баумана: Цифровая обработка сигналов: методы и алгоритмы -

http://www.bmstu.ru/ps/~Susev_V/fileman/ls/%D0%9A%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B0.%20%D0%A6%D0%B8%D1%84

МГУ: конспект лекций по курсу 'Радиофизика' - <http://hbar.phys.msu.su/hbar/pages/vyat/conswork.pdf>

НГТУ: конспект лекций по курсу 'Общая электротехника' -

www.nttu.ru/sites/default/files/image/FAE/yeh_rab/konsp1.doc

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Для самостоятельной работы, подготовки к практическим занятиям и лабораторным работам рекомендуются следующие интернет-ресурсы:

БГУИР: конспект лекций по курсу 'Телемеханика', http://www.bsuir.by/m/12_100229_1_62257.pdf

МГТУ им. Н.Э. Баумана: курс лекций 'Основы электротехники', http://iu4.ru/edu/211001/sem04/oe/oe_lec.pdf

МГТУ им. Н.Э. Баумана: Цифровая обработка сигналов: методы и алгоритмы,

http://www.bmstu.ru/ps/~Susev_V/fileman/ls/%D0%9A%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B0.%20%D0%A6%D0%B8%D1%84

МГУ: конспект лекций по курсу 'Радиофизика', <http://hbar.phys.msu.su/hbar/pages/vyat/conswork.pdf>

НГТУ: конспект лекций по курсу 'Общая электротехника',
www.ntu.ru/sites/default/files/image/FAE/ych_rab/konsp1.doc

В случае возникновения неясностей при прохождении лекционного курса и лабораторного практикума рекомендуется письменно сформулировать вопросы, выписать неясные термины и обратиться к преподавателю.

При подготовке к тестированию приветствуется использование математических пакетов (MATLAB, других специализированных) для моделирования сигналов и процессов, происходящих при их обработке линейными и нелинейными цепями.

При сдаче зачета допускается наличие у студента вспомогательного рукописного материала объёмом не более одного листа А4 (написанного собственноручно, использование чужих вспомогательных материалов не допускается). Студент может записать на этот лист любую информацию по тематике курса, которую он посчитает необходимой.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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 28.03.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника" и профилю подготовки "не предусмотрено".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.3 Электротехника и электроника

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Основная литература:

1. Основы теории цепей: Учебное пособие / Г.Н. Арсеньев, В.Н. Бондаренко, И.А. Чепурнов; Под ред. Г.Н. Арсеньева. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2011. - 448 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=224548>

2. Комиссаров, Ю. А. Общая электротехника и электроника [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Ю. А. Комиссаров, Г. И. Бабокин; под ред. П. Д. Саркисова. - М.: Химия, 2010. - 604 с. - ISBN 978-5-98109-085-1.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=488007>

3. Физические основы электроники: Учебное пособие / В.В. Умрихин; Уником Сервис. - М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2012. - 304 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Технологический сервис). (переплет) ISBN 978-5-98281-306-0, 1000 экз.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=316836>

Дополнительная литература:

1. Основы радиоэлектроники : учебное пособие для студентов специальности "Радиофизика и электроника". Ч. 1 / Б. П. Бойко ; Казан. гос. ун-т, Физ. фак. - Казань : Регентъ, 2001. Сигналы. - 2001. - 93 с. : ил.

2. Электротехника с основами электроники: учебное пособие / А.К. Славинский, И.С. Туревский. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 448 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Профессиональное образование). (переплет) ISBN 978-5-8199-0360-5, 500 экз.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=365161>

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.3 Электротехника и электроника

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

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

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.