

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1146956	Силовая электроника и сверхвысокочастотная техника

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Электроника и наноэлектроника	Код ОП 1. 11.03.04/33.01
Направление подготовки 1. Электроника и наноэлектроника	Код направления и уровня подготовки 1. 11.03.04

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Чолах Сеиф Османович	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	электрофизики

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Силовая электроника и сверхвысокочастотная техника

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль посвящен изучению современного исследовательского аппарата электротехники (теоретического и экспериментального), ориентированного на анализ процессов в электромагнитных и электронных устройствах. Рассматриваются основы теории электрических и магнитных цепей (линейных и нелинейных) с сосредоточенными и распределенными параметрами, а также основы теории электромагнитного поля. Рассматриваются основные виды электротехнических устройств и электрооборудования, а также электронных приборов и устройств на их основе.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Переходные процессы в электрических цепях	3
2	Схемотехника и приборы силовой электроники	5
3	Физические основы электроники сверхвысокой частоты	4
ИТОГО по модулю:		12

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Основы электронной техники
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Мощная импульсная техника 2. Физика и технология материалов и компонентов электроники больших мощностей

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3

<p>Переходные процессы в электрических цепях</p>	<p>ПК-10 - Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств физической и квантовой электроники в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования</p>	<p>З-1 - Объяснять основные схемы и принципы работы импульсных и высокочастотных вторичных источников электропитания</p> <p>З-2 - Различать схемы управления импульсными и высокочастотными источниками электропитания</p> <p>З-3 - Перечислить номенклатуру и основные эксплуатационные характеристики серийно выпускаемых полупроводниковых приборов и интегральных микросхем</p> <p>З-4 - Изложить основные проблемы, перспективы и тенденции развития элементной базы электронной техники</p> <p>У-1 - Анализировать и рассчитывать параметры электрических схем</p> <p>У-2 - Составлять программы для микроконтроллеров и программировать их</p> <p>П-1 - Осуществить исследования основных узлов радиоэлектронной аппаратуры в дискретном и интегральном исполнении</p> <p>П-2 - Предлагать методы выбора полупроводниковых приборов и интегральных микросхем для применения в электронной аппаратуре</p>
<p>Схемотехника и приборы силовой электроники</p>	<p>ПК-10 - Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств физической и квантовой электроники в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования</p>	<p>З-1 - Объяснять основные схемы и принципы работы импульсных и высокочастотных вторичных источников электропитания</p> <p>З-2 - Различать схемы управления импульсными и высокочастотными источниками электропитания</p> <p>З-3 - Перечислить номенклатуру и основные эксплуатационные характеристики серийно выпускаемых полупроводниковых приборов и интегральных микросхем</p> <p>З-4 - Изложить основные проблемы, перспективы и тенденции развития элементной базы электронной техники</p> <p>У-1 - Анализировать и рассчитывать параметры электрических схем</p>

		<p>У-2 - Составлять программы для микроконтроллеров и программировать их</p> <p>П-1 - Осуществить исследования основных узлов радиоэлектронной аппаратуры в дискретном и интегральном исполнении</p> <p>П-2 - Предлагать методы выбора полупроводниковых приборов и интегральных микросхем для применения в электронной аппаратуре</p>
<p>Физические основы электроники сверхвысокой частоты</p>	<p>ПК-10 - Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств физической и квантовой электроники в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования</p>	<p>З-1 - Объяснять основные схемы и принципы работы импульсных и высокочастотных вторичных источников электропитания</p> <p>З-2 - Различать схемы управления импульсными и высокочастотными источниками электропитания</p> <p>З-3 - Перечислить номенклатуру и основные эксплуатационные характеристики серийно выпускаемых полупроводниковых приборов и интегральных микросхем</p> <p>З-4 - Изложить основные проблемы, перспективы и тенденции развития элементной базы электронной техники</p> <p>У-1 - Анализировать и рассчитывать параметры электрических схем</p> <p>У-2 - Составлять программы для микроконтроллеров и программировать их</p> <p>П-1 - Осуществить исследования основных узлов радиоэлектронной аппаратуры в дискретном и интегральном исполнении</p> <p>П-2 - Предлагать методы выбора полупроводниковых приборов и интегральных микросхем для применения в электронной аппаратуре</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Переходные процессы в электрических
цепях

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Щербинин Сергей Витальевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	Кафедра электрофизики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 9 от 14.05.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Щербинин Сергей Витальевич, Доцент, электрофизики

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Характеристика предмета, объем и содержание. Формы аудиторной работы. Формы контроля знаний. Описание учебной литературы.
P2	Законы коммутации. Переходные процессы	Коммутация в электрической цепи. Переходные процессы в линейных электрических цепях при коммутации. Закон непрерывности во времени заряда в емкости. Переходный процесс при подключении источника ЭДС к цепи RC. Закон непрерывности во времени потокосцепления в индуктивности. Переходный процесс при подключении источника ЭДС к цепи RL. Длительность переходного процесса.
P3	Подключение источника синусоидальной ЭДС к линейной цепи	Синусоидальный ток в линейных электрических цепях. Переходный процесс при подключении источника синусоидальной ЭДС к линейной электрической цепи с индуктивностью. Переходный процесс при подключении источника синусоидальной ЭДС к линейной электрической цепи с емкостью.
P4	Переходный процесс в цепи RLC	Переходный процесс при подключении источника ЭДС к последовательному колебательному контуру RLC. Аперiodический, критический, колебательный режимы переходного процесса. Резонанс напряжений.
P5	Переходные процессы в многоконтурных линейных цепях	Подключение источника тока к цепям RC, RL, к параллельному колебательному контуру RLC.

		Апериодический, критический, колебательный режимы переходного процесса. Резонанс токов.
Р6	Применение преобразования Лапласа к расчету переходных процессов	Применение операторного метода на основе преобразования Лапласа к расчету переходных процессов. Функция Хевисайда. Оригинал и изображения функций. Учет ненулевых начальных условий при расчете переходных процессов.
Р7	Связь АЧХ и ФЧХ линейной цепи с параметрами переходного процесса	Переходная характеристика цепи. Интеграл Дюамеля. Импульсная характеристика цепи. Интеграл свертки. Дельта-функция Дирака. Комплексный коэффициент передачи линейной электрической цепи. Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) и фазо-частотная характеристика (ФЧХ) линейной электрической цепи. Связь параметров АЧХ и ФЧХ линейной электрической цепи с параметрами переходного процесса.
Р8	Заключение	Переходные процессы при коммутации в мощных электрофизических приборах. Примеры решения задач по переходным процессам в линейных электрических цепях.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной профессиональной деятельности	ПК-10 - Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств физической и квантовой электроники в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	З-1 - Объяснять основные схемы и принципы работы импульсных и высокочастотных вторичных источников электропитания З-2 - Различать схемы управления импульсными и высокочастотным и источниками электропитания У-1 - Анализировать и рассчитывать параметры электрических схем

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Переходные процессы в электрических цепях

Электронные ресурсы (издания)

1. Дьяконов, В. П.; MATLAB R2006/2007/2008 + Simulink 5/6/7. Основы применения : практическое пособие.; СОЛОН-ПРЕСС, Москва; 2008; <http://biblioclub.ru/index.phppage=book&id=117820> (Электронное издание)
2. Нейман, Л. Р., Алексеева, Е. А.; Теоретические основы электротехники; Энергия, Ленинград; 1967; <http://biblioclub.ru/index.phppage=book&id=447944> (Электронное издание)
3. , Ионкин, П. А.; Теоретические основы электротехники; Высшая школа, Москва; 1970; <http://biblioclub.ru/index.phppage=book&id=447970> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Бессонов, Л. А.; Теоретические основы электротехники. Электрические цепи : учебник для вузов.; Гардарики, Москва; 2002 (39 экз.)
2. Атабеков, Г. И.; Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи : учеб. пособие.; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2008 (2 экз.)
3. Татур, Т. А., Татур, В. Е.; Установившиеся и переходные процессы в электрических цепях : Учеб. пособие для вузов.; Высшая школа, Москва; 2001 (10 экз.)
4. Прянишников, В. А.; Теоретические основы электротехники : Курс лекций : Учеб. пособие для студентов высш. и сред. учеб. заведений.; КОРОНА принт, Санкт-Петербург; 2000 (26 экз.)
5. Прянишников, В. А., Осипов, Ю. М., Петров, Е. А.; Электротехника и ТОЭ в примерах и задачах : Практ. пособие.; КОРОНА принт, Санкт-Петербург; 2001 (7 экз.)
6. Ицхоки; Импульсные и цифровые устройства; Советское радио, Москва; 1972 (3 экз.)
7. Вдовин, С.С.; Проектирование импульсных трансформаторов; Энергоатомиздат, Ленинград; 1991 (6 экз.)
8. Шебес, М. Р., Каблукова, М. В.; Задачник по теории линейных электрических цепей : учеб . пособие для электротехн. и радиотехн. специальностей вузов.; Высшая школа, Москва; 1990 (44 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Полнотекстовая БД American Chemical Society (<http://pubs.acs.org/>).
2. Полнотекстовая БД American Institute of Physics (<http://scitation.aip.org/>).
3. Полнотекстовая БД American Physical Society (<https://journals.aps.org/about>).
4. Полнотекстовая БД Annual Reviews Science Collection (<http://www.annualreviews.org>).
5. Полнотекстовая БД Applied Science & Technology Source (<http://search.ebscohost.com>).
6. Полнотекстовая БД eLibrary - научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).
7. Реферативная БД INSPEC. EBSCO publishing (<http://search.ebscohost.com/>).
8. Полнотекстовая БД Institute of Physics (IOP) (<http://iopscience.iop.org/>).
9. Библиографическая БД Journal Citation Reports (JCR). Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com/>).
10. Полнотекстовая БД Nature (<https://www.nature.com/siteindex>).

11. Полнотекстовая БД Optical Society of America (OSA) (<https://www.osapublishing.org/about.cfm>).
12. Полнотекстовая БД Questel Patent (<https://www.orbit.com/>).
13. Полнотекстовая БД Science AAAS (American Association for the Advancement of Science) (<http://www.sciencemag.org/>).
14. Полнотекстовая БД ScienceDirect Freedom Collection (<http://www.sciencedirect.com/>).
15. Реферативная БД Scopus (<http://www.scopus.com/>).
16. Полнотекстовая БД Springer Materials (<https://materials.springer.com/>).
17. Полнотекстовая БД Springer Nature Experiments (<https://experiments.springernature.com/>).
18. Полнотекстовая БД SpringerLink (<https://link.springer.com/>).
19. Реферативная БД Web of Science Core Collection (<http://apps.webofknowledge.com/>).
20. Полнотекстовая БД Wiley Journal Database (<http://onlinelibrary.wiley.com/>).

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Зональная научная библиотека УрФУ (<http://lib.urfu.ru>).
2. Электронный научный архив УрФУ (<https://elar.urfu.ru>).
3. Официальный сайт Института электрофизики УрО РАН (<http://iep.uran.ru/>).
4. Micro-Cap 12. Electronic Circuit Analysis Program User's Guide. Copyright 1982-2018 Spectrum Software. 1021 South Wolfe Road, Sunnyvale, CA 94086 (<https://www.spectrum-soft.com>).

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Переходные процессы в электрических цепях

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

2	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>Генератор Г5-63.</p> <p>Осциллограф Tektronix TDS-1012.</p> <p>Резисторы.</p> <p>Конденсаторы.</p> <p>Индуктивности.</p> <p>Коммутаторы на основе реле.</p> <p>Коммутаторы на основе транзисторов.</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Micro-Cap</p>
3	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Micro-Cap</p>
4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	Не требуется
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Схемотехника и приборы силовой
электроники

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Педос Максим Сергеевич	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподавателе ль	Кафедра электрофизики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 9 от 14.05.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Педос Максим Сергеевич, Старший преподаватель, электрофизики

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Характеристика предмета, объем и содержание. Формы аудиторной работы. Формы контроля знаний. Описание учебной литературы.
P2	Полупроводниковый p-n переход и приборы на его основе	Кристаллическая решетка. Электроны и дырки. Полупроводники p и n типов. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) p-n перехода. Туннельный пробой. Туннельный диод. Лавинный пробой. Стабилитрон. Оптоэлектронные приборы. Диоды - классификация. Силовые диоды и их параметры. Диод в импульсном режиме. Прерыватели тока. Принцип работы SOS диода. Высоковольтные импульсные генераторы на основе SOS диодов. ДДРВ (дрейфовый диод с резким восстановлением). Открытие биполярного транзистора. Конструкции и области применения мощных тиристоров.
P3	Аналоговая электроника	Времязадающие цепи. RC- цепи. Дифференцирующие и интегрирующие цепи. RL- цепи. Определение усилителей. Дрейф нуля усилителей. Мостовая схема. Операционный усилитель. Схемы на операционных усилителях.
P4	Цифровая электроника и микроконтроллеры	Аналоговые и цифровые сигналы. Автогенераторы. Триггеры. Мультивибратор. Ждущий мультивибратор. Таймеры. Обзор производителей 8-битных микроконтроллеров. Сравнение различных типов микроконтроллеров.

Р5	Источники вторичного электропитания	Структура источников вторичного электропитания. Фильтры. Стабилизаторы напряжения. Структура импульсного источника электропитания. Широтно-импульсная модуляция. ВЧ преобразователи. Push-pull. Полумостовой и мостовой преобразователи. DC-DC преобразователи – повышающий, понижающий, инвертирующий
Р6	Пассивные элементы схем силовой электроники	Новые направления, технологии и приборы схемотехники. Мощные высоковольтные низкоиндуктивные резисторы. Нелинейный резистор – варистор, ограничители напряжения. Высоковольтные импульсные конденсаторы. Индуктивные элементы силовых цепей. Дроссели. Магнитные ключи.
Р6	Заключение	Практическое применение силовой техники в научной и исследовательской деятельности.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-10 - Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств физической и квантовой электроники в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	<p>З-3 - Перечислить номенклатуру и основные эксплуатационные характеристики серийно выпускаемых полупроводниковых приборов и интегральных микросхем</p> <p>У-2 - Составлять программы для микроконтроллеров и программировать их</p> <p>П-1 - Осуществить исследования основных узлов радиоэлектронной аппаратуры в дискретном и интегральном исполнении</p>

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Схемотехника и приборы силовой электроники

Электронные ресурсы (издания)

1. Харнитер, М., Осипов, А.; Multisim 7. Современная система компьютерного моделирования и анализа схем электронных устройств : практическое пособие.; ДМК Пресс, Москва; 2006; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=85054> (Электронное издание)
2. Дьяконов, В. П.; Сверхскоростная твердотельная электроника : практическое пособие.; ДМК Пресс, Москва; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232019> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Щука, А. А., Сигов, А. С.; Электроника : [учеб. пособие] для студентов вузов, обучающихся по направлению 654100 - Электротехника и микроэлектроника.; БХВ-Петербург, Санкт-Петербург; 2005 (3 экз.)
2. Прянишников, В. А.; Электроника : полный курс лекций.; КОРОНА принт, Санкт-Петербург; 2004 (120 экз.)
3. Гусев, В. Г., Гусев, Ю. М.; Электроника и микропроцессорная техника : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. бакалавров и магистров "Биомед. инженерия" и по направлению подгот. дипломиров. специалистов "Биомед. техника".; Высшая школа, Москва; 2005 (90 экз.)
4. Белов, А. В.; Самоучитель разработчика устройств на микроконтроллерах AVR; Наука и техника, Санкт-Петербург; 2008 (1 экз.)
5. Шпак, Ю. А.; Программирование на языке С для AVR и PIC микроконтроллеров; Додэка-XXI : МК Пресс, Москва ; Киев; 2007 (2 экз.)
6. Харнитер, Марк Е., М. Е., Осипов, А. И., Иванов, В. С.; Multisim 7 : Современная система компьютерного моделирования и анализа схем электронных устройств; ДМК-пресс, Москва; 2006 (1 экз.)
7. Воронков, Э. Н., Гуляев, А. М., Мирошникова, И. Н., Чарыков, Н. А.; Твердотельная электроника : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Электроника и микроэлектроника".; Академия, Москва; 2009 (5 экз.)
8. Бриндли, Бриндли К., Карелин, А. В., Карр, Джо., Карр Дж.; Карманный справочник инженера электронной техники; Додэка-XXI, Москва; 2002 (3 экз.)
9. Ибрагим, К. Ф., Аникушин, Н. И., Матвеев, В. М., Хохлов, Г. Ф., Хохлов, Ф. Г.; Основы электронной техники: элементы, схемы, системы : Крат. энцикл. по электронике.; Мир, Москва; 1997 (6 экз.)
10. Пономарев, А. В., Чолах, С. О., Никулин, С. П.; Твердотельная электроника : методические указания к лабораторным работам по курсу "Твердотельная электроника" для студентов дневной формы обучения.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2007 (20 экз.)
11. Трой, Д. А., Дуглас А., Емелин, И. В., Кузьмин, Б. А.; Программирование на языке Си для персонального компьютера IBM PC; Радио и связь, Москва; 1991 (23 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Полнотекстовая БД American Chemical Society (<http://pubs.acs.org/>).
2. Полнотекстовая БД American Institute of Physics (<http://scitation.aip.org/>).

3. Полнотекстовая БД American Physical Society (<https://journals.aps.org/about>).
4. Полнотекстовая БД Annual Reviews Science Collection (<http://www.annualreviews.org>).
5. Полнотекстовая БД Applied Science & Technology Source (<http://search.ebscohost.com>).
6. Полнотекстовая БД eLibrary - научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).
7. Реферативная БД INSPEC. EBSCO publishing (<http://search.ebscohost.com/>).
8. Полнотекстовая БД Institute of Physics (IOP) (<http://iopscience.iop.org/>).
9. Библиографическая БД Journal Citation Reports (JCR). Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com/>).
10. Полнотекстовая БД Nature (<https://www.nature.com/siteindex>).
11. Полнотекстовая БД Optical Society of America (OSA) (<https://www.osapublishing.org/about.cfm>).
12. Полнотекстовая БД Questel Patent (<https://www.orbit.com/>).
13. Полнотекстовая БД Science AAAS (American Association for the Advancement of Science) (<http://www.sciencemag.org/>).
14. Полнотекстовая БД ScienceDirect Freedom Collection (<http://www.sciencedirect.com/>).
15. Реферативная БД Scopus (<http://www.scopus.com/>).
16. Полнотекстовая БД Springer Materials (<https://materials.springer.com/>).
17. Полнотекстовая БД Springer Nature Experiments (<https://experiments.springernature.com/>).
18. Полнотекстовая БД SpringerLink (<https://link.springer.com/>).
19. Реферативная БД Web of Science Core Collection (<http://apps.webofknowledge.com/>).
20. Полнотекстовая БД Wiley Journal Database (<http://onlinelibrary.wiley.com/>).

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Зональная научная библиотека УрФУ(<http://lib.urfu.ru>).
2. Электронный научный архив УрФУ (<https://elar.urfu.ru>).
3. Официальный сайт Института электрофизики УрО РАН (<http://iep.uran.ru/>).
4. Multisim Live Online Circuit Simulator (<https://www.multisim.com>).

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Схемотехника и приборы силовой электроники

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
2	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>Твердотельный наносекундный генератор S-5N.</p> <p>Осциллограф Tektronix TDS-680.</p> <p>Полупроводниковый прерыватель тока SOS-180-3.</p> <p>Диоды.</p> <p>Опто приборы.</p> <p>Биполярные транзисторы.</p> <p>Полевые транзисторы.</p> <p>Тиристоры IGBT.</p> <p>Транзисторы ПЗС.</p> <p>Датчики Холла.</p> <p>Охладитель Пельтье.</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Программа компьютерного моделирования электронных схем Multisim (educational version).</p>
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p>	Не требуется

		Рабочее место преподавателя	
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Физические основы электроники
сверхвысокой частоты

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Баранов Сергей Анатольевич	кандидат технических наук, доцент	Доцент	Кафедра департамент радиоэлектроники и связи

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 9 от 14.05.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Баранов Сергей Анатольевич, Доцент, Департамент радиоэлектроники и связи

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Общие определения, монохроматические поля	Цели и задачи дисциплины, ее место. Особенности диапазона СВЧ. Задачи, решаемые при разработке приборов СВЧ. Монохроматические поля в различных средах с потерями и способы их описания.
P2	Линии передачи и резонаторы	Классификация волн в линиях передачи. Прямоугольные и круглые волноводы, линии с замедленными волнами. Объемные и квазистатические резонаторы, отличия полей в них.
P3	Взаимодействие электронного потока с полем СВЧ	Движение электрона в потенциальном электрическом поле. Особенности движения при наличии гармонической составляющей электрического поля и модуляции потока по плотности, время и угол пролета. Отбор энергии от модулированного по плотности электронного потока.
P4	Методы управления электронными потоками на СВЧ	Требования к параметрам электронных сгустков. Статическое и динамическое управление электронным потоком. Анализ процессов в электронных потоках с использованием математических моделей и ПВД.
P5	Приборы СВЧ со статическим и динамическим управлением	Процессы, происходящие в электронных лампах, недостатки статического управления, влияющие на частотные свойства приборов. Приборы с динамическим управлением типа «О». Особенности модуляции потока в пролетных и отражательных клистронах, выходные характеристики. Многорезонаторные клистроны. Приборы типа «М». Особенности формирования сгустков, конструкции резонаторных систем. Магнетронные

		генераторы, условия самовозбуждения, выходные характеристики.
Р6	Волновые и колебательные процессы в электронных потоках	Волны в электронных потоках. Взаимодействие электронного потока с волной СВЧ. Лампы бегущей волны типа «О», конструкции, принцип работы. Самосогласованный режим работы ЛБВ, коэффициент усиления, подавление самовозбуждения. Принцип работы ламп обратной волны, зоны генерации. ЛБВ и ЛОВ типа «М». Формирование электронных потоков для приборов СВЧ различных типов, конструкции электронных пушек. Свойства электронно-ионной плазмы при сверхвысоких частотах. Собственные колебания в плазме.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной профессиональной деятельности	ПК-10 - Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств физической и квантовой электроники в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	З-1 - Объяснять основные схемы и принципы работы импульсных и высокочастотных вторичных источников электропитания П-1 - Осуществить исследования основных узлов радиоэлектронной аппаратуры в дискретном и интегральном исполнении

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Физические основы электроники сверхвысокой частоты

Электронные ресурсы (издания)

1. Муромцев, Д. Ю.; Техническая электродинамика; Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», Тамбов; 2012; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277902> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Червяков, Г. Г.; Электронные приборы : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 200100-Приборостроение.; Феникс, Ростов-на-Дону; 2012 (6 экз.)
2. Ткаченко, Ф. А.; Электронные приборы и устройства : учеб. для студентов вузов по специальностям телекоммуникац. и радиотехн. профилей.; Новое знание : ИНФРА-М, Минск ; Москва; 2011 (5 экз.)
3. Фальковский, О. И.; Техническая электродинамика : учебник.; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2009 (1 экз.)
4. Пименов, Ю. В., Вольман, В. И., Муравцов, А. Д.; Техническая электродинамика : Учеб. пособие для студентов вузов связи.; Радио и связь, Москва; 2000 (6 экз.)
5. , Березин, В. М., Буряк, В. С., Гутцайт, Э. М., Марин, В. П.; Электронные приборы СВЧ : учеб. пособие для вузов по специальности "Электрон. приборы"; Высшая школа, Москва; 1985 (13 экз.)
6. Соловьянова, И. П., Соловьянова, И. П., Мительман, Ю. Е.; Электродинамика и распространение радиоволн : учебник для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки: 11.03.01 - Радиотехника; 11.03.02 - Инфокоммуникационные технологии и системы связи; 11.05.01 - Радиоэлектронные системы и комплексы.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020 (20 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Полнотекстовая БД American Chemical Society (<http://pubs.acs.org/>).
2. Полнотекстовая БД American Institute of Physics (<http://scitation.aip.org/>).
3. Полнотекстовая БД American Physical Society (<https://journals.aps.org/about>).
4. Полнотекстовая БД Annual Reviews Science Collection (<http://www.annualreviews.org>).
5. Полнотекстовая БД Applied Science & Technology Source (<http://search.ebscohost.com>).
6. Полнотекстовая БД eLibrary - научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).
7. Реферативная БД INSPEC. EBSCO publishing (<http://search.ebscohost.com/>).
8. Полнотекстовая БД Institute of Physics (IOP) (<http://iopscience.iop.org/>).
9. Библиографическая БД Journal Citation Reports (JCR). Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com/>).
10. Полнотекстовая БД Nature (<https://www.nature.com/siteindex>).
11. Полнотекстовая БД Optical Society of America (OSA) (<https://www.osapublishing.org/about.cfm>).
12. Полнотекстовая БД Questel Patent (<https://www.orbit.com/>).
13. Полнотекстовая БД Science AAAS (American Association for the Advancement of Science) (<http://www.sciencemag.org/>).
14. Полнотекстовая БД ScienceDirect Freedom Collection (<http://www.sciencedirect.com/>).
15. Реферативная БД Scopus (<http://www.scopus.com/>).
16. Полнотекстовая БД Springer Materials (<https://materials.springer.com/>).
17. Полнотекстовая БД Springer Nature Experiments (<https://experiments.springernature.com/>).
18. Полнотекстовая БД SpringerLink (<https://link.springer.com/>).
19. Реферативная БД Web of Science Core Collection (<http://apps.webofknowledge.com/>).

20. Полнотекстовая БД Wiley Journal Database (<http://onlinelibrary.wiley.com/>).

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. ansoft.com – сайт производителя программного обеспечения для моделирования.
2. awtcorp.com - сайт производителя программного обеспечения для моделирования.
3. amanogawa.com - сайт производителя программного обеспечения для моделирования.
4. Зональная научная библиотека УрФУ (<http://lib.urfu.ru>).
5. Электронный научный архив УрФУ (<https://elar.urfu.ru>).

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Физические основы электроники сверхвысокой частоты

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Mathcad University Department Perpetual - 400 Locked Maintenance Gold ver. 14

		<p>Установки с измерительными линиями на круглых и прямоугольных волноводах.</p> <p>Установки для исследования отражательного клистрона, магнетрона, ламп бегущей и обратной волны.</p>	
3	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Mathcad 14</p>
4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	Не требуется
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется