

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана факультета  
радиотехники и электроники

Небольсин В.А.

«07» февраля 2024 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**«САПР преобразовательной техники»**

**Направление подготовки 11.04.03 Конструирование и технология  
электронных средств**

**Профиль Силовая электроника**

**Квалификация выпускника магистр**

**Нормативный период обучения 2 года / 2 года 3 мес**

**Форма обучения очная / заочная**

**Год начала подготовки 2024**

Автор программы

/Пирогов А.А./

Заведующий кафедрой  
Конструирования и  
производства  
радиоаппаратуры

/Башкиров А.В./

Руководитель ОПОП

/ Башкиров А.В./

Воронеж 2024

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Получение практических знаний и навыков проектирования радиоэлектронных устройств в условиях современного производства

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

Получение теоретических знаний, необходимых для организации эффективной разработки, автоматизации процесса проектирования электронных устройств с использованием современных подходов и САПР

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «САПР преобразовательной техники» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «САПР преобразовательной техники» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-2 - Способен определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ

ПК-3 - Способен проектировать функциональные блоки, модули, устройства, системы и комплексы электронных средств с учетом заданных требований

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	знать основные принципы расчета и моделирования принципиальных электрических схем
	уметь проводить анализ принципиальных электрических схем в частотной и временной области, проводить оптимизацию параметров схем по заданным критериям
	владеть навыками анализа, синтеза и оптимизации устройств и узлов аналоговой, цифровой и силовой электроники
ПК-3	знать возможности программных продуктов САПР в части формирования структурированных отчетов
	уметь составлять отчеты и представлять результаты математических расчетов в текстовом, табличном и графическом формате
	владеть программными инструментами составления и структурирования отчетов РЭС

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «САПР преобразовательной техники» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		1	
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	72	72	
В том числе:			
Лекции	36	36	
Лабораторные работы	36	36	
<b>Самостоятельная работа</b>	36	36	
Часы на контроль	-	-	
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+	
Общая трудоемкость: академические часы	108	108	
зач.ед.	3	3	

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

**очная форма обучения**

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Основы организации электронного документооборота с использованием систем контроля версий	Основы организации электронного документооборота с использованием систем контроля версий. Система контроля версий SVN: основные команды, графический интерфейс пользователя. Система контроля версий GIT: основные команды, графический интерфейс пользователя.	12	10	6	28
2	Математический язык программирования Matlab. Основы работы с пакетом математических расчетов Octave	Математические численные вычисления в Matlab/Octave Математические символьные вычисления в Matlab/Octave Построение графиков в Octave.	12	10	6	28
3	Основы и возможности языка PSpice	Язык описания электронных схем для моделирования Pspice. Модели электронных компонентов: диода, транзистора, конденсатора, индуктивности, связанных индуктивностей, магнитопровода.	12	12	6	30
4	Программы САПР на основе языка PSpice	Программа моделирования электронных схем Ltspice Программа моделирования электронных схем NGspice	10	12	6	28
5	Моделирование и исследование принципиальных электрических схем с помощью языка PSpice	Моделирование переходных процессов Моделирование в частотной области Моделирование смешанных аналого-цифровых схем	10	12	8	30
<b>Итого</b>			<b>56</b>	<b>56</b>	<b>32</b>	<b>144</b>

#### 5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-2	знать основные принципы расчета и моделирования принципиальных электрических схем	Активная работа на практических занятиях, ответ не менее чем на половину заданных в процессе опроса вопросов	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь проводить анализ принципиальных электрических схем в частотной и временной области, проводить оптимизацию параметров схем по заданным критериям	Решение не менее половины стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками анализа, синтеза и оптимизации устройств и узлов аналоговой, цифровой и силовой электроники	Решение не менее половины прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	знать возможности программных продуктов САПР в части формирования структурированных отчетов	Активная работа на практических занятиях, ответ не менее чем на половину заданных в процессе опроса вопросов	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь составлять отчеты и представлять результаты математических расчетов в текстовом, табличном и графическом формате	Решение не менее половины стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть программными инструментами составления и	Решение не менее половины прикладных задач в конкретной	Выполнение работ в срок, предусмотренный в	Невыполнение работ в срок, предусмотренный

	структурирования отчетов РЭС	предметной области	рабочих программах	в рабочих программах
--	------------------------------	--------------------	--------------------	----------------------

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 1, 2 семестре для очной формы обучения по двух/четырёхбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-2	знать основные принципы расчета и моделирования принципиальных электрических схем	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь проводить анализ принципиальных электрических схем в частотной и временной области, проводить оптимизацию параметров схем по заданным критериям	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками анализа, синтеза и оптимизации устройств и узлов аналоговой, цифровой и силовой электроники	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-3	знать возможности программных продуктов САПР в части формирования структурированных отчетов	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь составлять отчеты и представлять результаты математических расчетов в текстовом, табличном и графическом формате	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть программными инструментами составления и структурирования отчетов РЭС	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

ИЛИ

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-2	знать основные принципы расчета и моделирования принципиальных	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	электрических схем					
	уметь проводить анализ принципиальных электрических схем в частотной и временной области, проводить оптимизацию параметров схем по заданным критериям	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками анализа, синтеза и оптимизации устройств и узлов аналоговой, цифровой и силовой электроники	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-3	знать возможности программных продуктов САПР в части формирования структурированных отчетов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь составлять отчеты и представлять результаты математических расчетов в текстовом, табличном и графическом формате	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть программными инструментами составления и структурирования отчетов РЭС	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

- 1 Какие преимущества дает использование систем контроля версий?
- 2 Какие проблемы могут появиться при изменении одного файла двумя и более пользователей?
- 3 Табличные вычисления в языке Matlab
- 4 Основные операторы языка Matlab
- 5 Основные параметры Spice модели диода.
- 6 Основные параметры Spice модели транзистора.
- 7 Основные параметры Spice модели конденсатора.
- 8 Основные параметры Spice модели связанных индуктивностей.

9 Основные параметры Spice модели магнитопровода.

### **7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**

- 1 Исследование функций дополнительного пакета signal для Octave. Реализация быстрого преобразования Фурье.
- 2 Представление передаточной функции в виде набора особых точек (нулей и полюсов) с помощью функций пакета signal.
- 3 Реализация вывода графической информации на s-плоскости с помощью пакета signal.
- 4 Исследование встроенных библиотек пакета LTSpice

### **7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

- 1 Обзор возможностей системы контроля версий SVN
- 2 Обзор возможностей пакета Octave. Расширение базовых возможностей с помощью дополнительных пакетов
- 3 Моделирование во временной и частотной области с помощью пакета LTSpice.
- 4 Возможности LTSpice для оптимизации параметров электрических схем.

### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

- 1 Какие преимущества дает использование систем контроля версий?
- 2 Какие проблемы могут появиться при изменении одного файла двумя и более пользователей?
- 3 Табличные вычисления в языке Matlab
- 4 Основные операторы языка Matlab
- 5 Основные параметры Spice модели диода.

### **7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

- 1 Основные параметры Spice модели транзистора.
- 2 Основные параметры Spice модели конденсатора.
- 3 Основные параметры Spice модели связанных индуктивностей.
- 4 Основные параметры Spice модели магнитопровода.

### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал

от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основы организации электронного документооборота с использованием систем контроля версий	ПК-2, ПК-3	Тест
2	Математический язык программирования Matlab. Основы работы с пакетом математических расчетов Octave	ПК-2, ПК-3	Тест
3	Основы и возможности языка PSpice	ПК-2, ПК-3	Тест
4	Программы САПР на основе языка PSpice	ПК-2, ПК-3	Тест
5	Моделирование и исследование принципиальных электрических схем с помощью языка PSpice	ПК-2, ПК-3	Тест

### 7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.



## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Подгорный В.В., Семенов Е.С. Источники вторичного электропитания. Практикум / -М.: Издательство "Горячая линия-Телеком", 2016. – 150 с.

<https://e.lanbook.com/book/111088>

2. Теория работы и расчет импульсных преобразователей напряжения / -М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2015, - 30 с.

<https://e.lanbook.com/book/103376>

3. Кологривов В. А. Основы автоматизированного проектирования радио-электронных устройств (часть 1): учебное пособие /В.А. Кологривов Томск: ТУСУР – 2012. 120 с.:

[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=4930](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=4930)

4. Кологривов В. А. Основы автоматизированного проектирования радио-электронных устройств (часть 2): Учебное пособие / Томск : ТУСУР – 2012. 132 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=4929](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=4929)

6. Пасынков, В.В. Полупроводниковые приборы: Учеб. пособие. 9-е изд./В.В. Пасынков, Л.К. Чиркин. URL:

[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_cid=25&p11\\_id=300](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=300)

### **8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

<http://window.edu.ru> - единое окно доступа к информационным ресурсам;

<http://www.edu.ru/> - федеральный портал «Российское образование»;  
Образовательный портал ВГТУ;

<http://www.iprbookshop.ru/> - электронная библиотечная система IPRbooks;

[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) - научная электронная библиотека

Профессиональные базы данных, информационные справочные системы:

<https://docplan.ru/> - бесплатная база ГОСТ.

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, оснащенная

следующим оборудованием:

- персональный компьютер с установленным ПО, подключенный к сети Интернет;
- доска магнитно-маркерная;
- мультимедийный проектор на кронштейне;
- экран настенный

Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий (компьютерный класс), оснащенная следующим оборудованием:

- персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет — 11 шт.;
- принтер цветной лазерный;
- 3D принтер «Альфа-2»;
- доска магнитно-маркерная поворотная

Помещение (Читальный зал) для самостоятельной работы с выходом в сеть «Интернет» и доступом в электронно-библиотечные системы и электронно-информационную среду, укомплектованное следующим оборудованием:

- персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет — 10 шт.;
- принтер;
- магнитно-маркерная доска;
- переносные колонки;
- переносной микрофон.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «САПР преобразовательной техники» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета параметров РЭС. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием

	толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

### 11 Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1			
2			
3			