

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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



УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета радиотехники и электроники
_____ Небольсин В.А.
«31» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Б1.В.ДВ.02.01 «САПР преобразовательной техники»

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

Профиль Силовая электроника

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

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 - Разрабатывать функциональные блоки электронной техники с использованием средств автоматизированного проектирования

ПК-3 - Проектировать модули электропитания 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	
Аудиторные занятия (всего)	108	108	
В том числе:			
Лекции	36	36	
Лабораторные занятия (ЛЗ)	36	36	
Самостоятельная работа	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	Лаб. 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.	4	-	4	8
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.	8	-	8	16
3	Основы и возможности языка PSpice	Язык описания электронных схем для моделирования Pspice. Модели электронных компонентов: диода, транзистора, конденсатора, индуктивности, связанных индуктивностей, магнитопровода.	8	-	8	16
4	Программы САПР на основе языка PSpice	Программа моделирования электронных схем Ltspice Программа моделирования электронных схем NGspice	8	8	8	24
5	Моделирование и исследование принципиальных электрических схем с помощью языка PSpice	Моделирование переходных процессов Моделирование в частотной области Моделирование смешанных аналого-цифровых схем	8	28	8	44
Итого			36	36	36	108

5.2 Перечень лабораторных работ

В ходе изучения дисциплины “САПР преобразовательной техники” студенты выполняют пять лабораторных работ:

1. Программа моделирования электронных схем Ltspice (4 часа)
2. Программа моделирования электронных схем NGspice (4 часа)
3. Моделирование переходных процессов в PSpice (8 часов)
4. Моделирование в частотной области (8 часов)
5. Моделирование смешанных аналого-цифровых схем (12 часов)

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,	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

	цифровой и силовой электроники		программах	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 структурирования отчетов РЭС	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

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 1 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	Решение прикладных задач в конкретной	Продемонстрирован верный ход	Задачи не решены

	составления и структурирования отчетов РЭС	предметной области	решения в большинстве задач	
--	--	--------------------	-----------------------------	--

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 электрических схем	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	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 методике 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?pl1_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?pl1_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?pl1_cid=25&pl1_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 - 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: <ul style="list-style-type: none"> - 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			