

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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



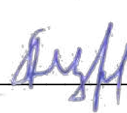
УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
радиотехники и электроники
_____ В.А. Небольсин
«19» июня 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
Б1.О.02 Схемотехника приборов**

Направление подготовки (специальность) 12.04.01 Приборостроение
Профиль (специализация) Автоматизированное проектирование приборов и комплексов
Квалификация выпускника Магистр
Нормативный период обучения 2 года / 2 года 3 месяца
Форма обучения очная / заочная
Год начала подготовки 2020

Автор программы _____  /Климов А.И./

И. о. заведующего кафедрой
конструирования и производства
радиоаппаратуры _____  /Башкиров А.В./

Руководитель ОПОП _____  /Муратов А.В./

Воронеж 2020

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель дисциплины

Изучение методов и средств схемотехнического проектирования электронных средств и систем, приобретение компетенций для решения задач схемотехнического проектирования блоков, модулей, систем и комплексов электронных средств с учетом заданных требований.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- подготовка к выполнению анализа характеристик и проектированию электрических схем блоков, модулей и систем электронных средств с использованием средств автоматизации проектирования, с учетом современного состояния и тенденций развития радиоэлектроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий;
- формирование способности и готовности осуществлять сбор и анализ исходных данных для схемотехнического проектирования электронных средств;
- формирование способности к самообразованию в области схемотехнического проектирования электронных средств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Схемотехника приборов» относится к дисциплинам блока 1 (обязательной части) учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Схемотехника приборов» направлен на формирование следующих компетенций:
ОПК-3, ОПК-2.

Компетенция	Содержание, код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
ОПК-3	Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач
	ОПК-3.1. Представляет современную научную картину мира; ОПК-3.2. Выявляет естественнонаучную сущность проблемы; ОПК-3.3. Формулирует задачи и определяет пути их решения на основе оценки эффективности выбора с учетом специфики научных исследований в сфере обработки, передачи и измерения сигналов различной физической природы в сложных измерительных трактах.
ОПК-2	Способен организовать проведение научного исследования и разработку, представлять и аргументированно защищать

	полученные результаты интеллектуальной деятельности, связанные с обработкой, передачей и измерением сигналов различной физической природы в приборостроении
	ОПК-2.1. Организует проведение научных исследований в целях разработки приборов и комплексов различного назначения; ОПК-2.2. Представляет и аргументировано защищает полученные результаты, связанные с научными исследованиями для создания и освоения разнообразных методик и аппаратуры, разработки и технологий производства приборов и комплексов различного назначения.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Схемотехника приборов» составляет 4 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		2
Аудиторные занятия (всего)	27	27
В том числе:		
Лекции	9	9
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)		
Самостоятельная работа	117	117
Курсовой проект		
Контроль		
Вид промежуточной аттестации – зачет		+
Вид промежуточной аттестации – экзамен		
Общая трудоемкость	час	144
	зач. ед.	4

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		2

Аудиторные занятия (всего)	12	12
В том числе:		
Лекции	4	4
Практические занятия (ПЗ)	8	8
Лабораторные работы (ЛР)		
Самостоятельная работа	128	128
Курсовой проект		
Контроль	4	4
Вид промежуточной аттестации – зачет		+
Вид промежуточной аттестации – экзамен		
Общая трудоемкость час	144	144
зач. ед.	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час.
Второй семестр							
1	Элементная база электронных устройств приборостроения	Номенклатура современной элементной базы аналоговых и цифровых электронных устройств	1	2		17	20
2	Типовые схемы электронных устройств	Операционные усилители (ОУ): классификация, основные параметры, типовые схемы включения; инвертирующий, неинвертирующий, дифференциальный усилители; применение ОУ для обработки аналоговых сигналов; усиление и ослабление сигналов; формирование частотно-зависимых коэффициентов передачи; суммирование и вычитание сигналов, интегрирование и дифференцирование аналоговых сигналов; функциональные преобразователи, перемножители сигналов; измерительные выпрямители; пассивные и активные частотные фильтры; цифровые фильтры.	3	6		40	49
3	Принципы работы, устройство и характеристики устройств обработки сигналов	Амплитудные, частотные, фазовые, импульсные демодуляторы; умножители частоты; системы частотной и фазовой автоподстройки частоты; синхронные детекторы; аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование сигналов; основные	3	6		40	49

		параметры аналого-цифровых преобразователей (АЦП); классификация АЦП; последовательные и параллельные АЦП; преобразователи напряжения – частота; цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП); цифровые синтезаторы сигналов; микроконтроллеры.					
4	Основы проектирования электронных блоков и устройств приборостроения	Анализ типовых схемотехнических задач, выбор современной элементной базы приборов; определение требований к отдельным узлам приборов; разработка структурных, функциональных и принципиальных схем электро- и радиоизмерительных устройств и приборов; специализированные компьютерные программы схемотехнического моделирования и их практическое применение.	2	4		20	26
Итого			9	18		117	144

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час.
Второй семестр							
1	Элементная база электронных устройств приборостроения	Номенклатура современной элементной базы аналоговых и цифровых электронных устройств				28	28
2	Типовые схемы электронных устройств	Операционные усилители (ОУ): классификация, основные параметры, типовые схемы включения; инвертирующий, неинвертирующий, дифференциальный усилители; применение ОУ для обработки аналоговых сигналов; усиление и ослабление сигналов; формирование частотно-зависимых коэффициентов передачи; суммирование и вычитание сигналов, интегрирование и дифференцирование аналоговых сигналов; функциональные преобразователи, перемножители сигналов; измерительные выпрямители; пассивные и активные частотные фильтры; цифровые фильтры.	1	4		40	45
3	Принципы работы, устройство и характеристики устройств обработки сигналов	Амплитудные, частотные, фазовые, импульсные демодуляторы; умножители частоты; системы частотной и фазовой автоподстройки частоты; синхронные детекторы; аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование сигналов; основные	2	2		40	44

		параметры аналого-цифровых преобразователей (АЦП); классификация АЦП; последовательные и параллельные АЦП; преобразователи напряжения – частота; цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП); цифровые синтезаторы сигналов; микроконтроллеры.					
4	Основы проектирования электронных блоков и устройств приборостроения	Анализ типовых схемотехнических задач, выбор современной элементной базы приборов; определение требований к отдельным узлам приборов; разработка структурных, функциональных и принципиальных схем электро- и радиоизмерительных устройств и приборов; специализированные компьютерные программы схемотехнического моделирования и их практическое применение.	1	2		20	23
Итого			4	8		128	140

5.2 Перечень практических занятий

1	Современная элементная база полупроводниковой электроники
2	Электрические преобразователи физических величин
3	Устройства на операционных усилителях, функциональные преобразователи
4	Устройства обработки сигналов (демодуляторы)
5	Системы частотной и фазовой автоподстройки частоты
6	Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи
7	Применение микроконтроллеров
8	Цифровые синтезаторы частоты
9	Структурные, функциональные и принципиальные схемы радиоизмерительных приборов

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

Курсовые работы, проекты и контрольные работы не предусмотрены.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

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

7.1.1 Этап промежуточной аттестации

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются во втором семестре для очной и заочной форм обучения по системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-3	ОПК-3.1. Представляет современную научную картину мира; ОПК-3.2. Выявляет естественнонаучную сущность проблемы; ОПК-3.3. Формулирует задачи и определяет пути их решения на основе оценки эффективности выбора с учетом специфики научных исследований в сфере обработки, передачи и измерения сигналов различной физической природы в сложных измерительных трактах.	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продemonстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продemonстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-2	ОПК-2.1. Организует проведение научных исследований в целях разработки приборов и комплексов различного назначения; ОПК-2.2. Представляет и аргументировано защищает полученные результаты, связанные с научными исследованиями для создания и освоения разнообразных методик и аппаратуры, разработки и	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продemonстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продemonстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	технологий производства приборов и комплексов различного назначения.					
--	---	--	--	--	--	--

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 решения стандартных и прикладных задач

1. Изобразить электрическую схему инвертирующего усилителя напряжения на операционном усилителе с коэффициентом усиления 150 и входным сопротивлением не менее 10 кОм и пояснить назначение ее элементов.
2. Изобразить электрическую схему неинвертирующего усилителя напряжения на операционном усилителе с коэффициентом усиления 20 и входным сопротивлением не менее 50 кОм и пояснить назначение ее элементов.
3. Изобразить электрическую схему повторителя напряжения на операционном усилителе и пояснить назначение ее элементов.
4. Изобразить электрическую схему усилителя на биполярном транзисторе с общим эмиттером и пояснить назначение ее элементов.
5. Изобразить электрическую схему эмиттерного повторителя и пояснить назначение ее элементов.
6. Изобразить электрическую схему истокового повторителя и пояснить назначение ее элементов.
7. Транзистор с коэффициентом передачи тока базы $\beta = 30$ и $h_{11} = 500$ Ом, имеет сопротивление в базе $R_6 = 1$ кОм, сопротивление нагрузки $R_H = 10$ кОм, напряжение питания $E_H = 15$ В, $E = 1$ В. Определить напряжение $U_{кэ}$ при замкнутом ключе.
8. В схеме используется транзистор с коэффициентом передачи тока эмиттера $\alpha = 0,99$. В схеме сопротивление в эмиттере $R_3 = 5$ Ком, $R_H = 5$ кОм, $E_H = 20$ В. Определить, при каком минимальном значении входного напряжения транзистор будет работать в режиме насыщения?
9. В усилителе при $U_{зи} = 2$ В ток стока $I_c = 1,5$ мА, $R_c = 15$ Ком. Определить:
10. - сопротивление в цепи истока R_H , если падением напряжения в затворной цепи можно пренебречь;
- напряжение питания, если падение напряжения на транзисторе 5 В.
11. Определить коэффициент усиления на средних частотах, если применены тр-ры с параметрами: $\beta = 50$; $r_6 = 70$ Ом; $r_k = 400$ Ком. Токи коллекторов в каскадах выбраны равными $I_{ко} = 5$ мА.

12. В транзисторном усилителе коэффициент усиления по напряжению равен 5000. В нем использованы транзисторы с $\beta = 100$. Усилитель охвачен отрицательной обратной связью с параметрами $\gamma = 0,01$. Определить изменение общего коэффициента усиления (в %) при наличии ОС и без неё, если изменение напряжения питания приводит к изменению β до 50.
13. Определить номиналы переходных и блокировочных конденсаторов для обеспечения нижней граничной частоты в 100 Гц при условии, что $M_H = 1,41$ на этой частоте. Через транзисторы течет ток покоя $I_{к0} = 5$ мА, $\beta = 50$, $r_6 = 70$ Ом.
14. Определить верхнюю граничную частоту усилителя, если применены тр-ры с $\beta = 50$; $f_T = 140$ МГц; $C_k = 2$ пФ; $r_6 = 70$ Ом. Через транзисторы течет ток покоя $I_{к0} = 5$ мА.
15. Усилитель с входным сопротивлением $R_{вх} = 50$ Ком. и выходным сопротивлением $R_{вых} = 0,1$ кОм. имеет коэффициент усиления по напряжению $K_u = 1000$. Как измениться его усиление, входное и выходное сопротивления при введении в него последовательной обратной связи по напряжению? Делитель ОС включен параллельно нагрузке и составлен из сопротивлений $R_1 = 100$ кОм, $R_2 = 50$ кОм.
16. Рассчитать входное и выходное сопротивления эмиттерного повторителя на транзисторе КТ 315В в режиме холостого хода. Базовое сопротивление тр-ра равно $r_6 = 70$ Ом, $\beta = 100$. Через транзистор течет ток покоя $I_3 = 1$ мА, при $R_3 = 1$ кОм, $R_T = 0,1$ кОм.
17. Рассчитать элементы ДУ на БТ с несимметричным входом и симметричным выходом. ЭДС сигнала $e_T = 10$ мВ, сопротивление генератора сигнала $R_T = 0,1$ кОм. Требуемый коэффициент усиления должен быть равен 20. Входное сопротивление одного плеча равно 3 кОм.
18. Рассчитать выходное сопротивление генератора стабильного тока на транзисторе T_2 с параметрами: $r_k = 300$ кОм, $\beta = 100$.
19. Привести пример принципиальной электрической схемы транзисторного автогенератора с кварцевой стабилизацией частоты.
20. Привести пример принципиальной электрической схемы транзисторного автогенератора с частотной модуляцией.
21. Изобразить структурную схему системы фазовой автоподстройки частоты и пояснить назначение ее элементов.
22. Изобразить структурную схему системы автоматической регулировки усиления и пояснить назначение ее элементов.
23. Привести пример принципиальной электрической схемы двухполупериодного выпрямителя.
24. Привести пример принципиальной электрической схемы компенсационного стабилизатора напряжения.

7.2.2 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Номенклатура современной элементной базы аналоговых и цифровых электронных устройств.
2. Операционные усилители (ОУ): классификация, основные параметры, типовые схемы включения.
3. Инвертирующий и неинвертирующий усилители.
4. Формирование частотно-зависимых коэффициентов передачи.
5. Суммирующие и вычитающие устройства.
6. Компараторы напряжений.
7. Интегрирующие и дифференцирующие преобразователи.
8. Перемножители сигналов.
9. Типы частотных фильтров.
10. Активные частотные фильтры.
11. Демодуляторы АМ сигналов.
12. Демодуляторы ЧМ сигналов.
13. Демодуляторы ФМ сигналов.
14. Умножители частоты.
15. Амплитудные ограничители.
16. Устройства автоматической регулировки усиления.
17. Системы частотной и фазовой автоподстройки частоты.
18. Синхронные детекторы.
19. Аналого-цифровое преобразование сигналов.
20. Цифро-аналоговое преобразование сигналов.
21. Основные параметры и классификация аналого-цифровых преобразователей (АЦП).
22. Преобразователи напряжение – частота.
23. Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП).
24. Цифровые синтезаторы частоты.
25. Источники вторичного электропитания.
26. Анализ типовых схемотехнических задач.
27. Выбор современной элементной базы приборов.
28. Определение требований к отдельным узлам приборов.
29. Специализированные компьютерные программы схемотехнического моделирования и их практическое применение.
30. Типовые электро- и радиоизмерительные приборы.

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Муханин Л. Г. Схемотехника измерительных устройств / Л.Г. Муханин. – СПб.: Издательство «Лань», 2009. – 288 с.
2. Схемотехника электронных средств / Б. Ф.Лаврентьев, О. Ш. Даутов и др. – Москва : Академия, 2010. – 336 с.
3. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы / С.И. Баскаков. – Москва : Высшая школа, 2005. – 462 с.
4. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. Москва : Изд-во «Бином», 2009 г. – 698 с.

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:

1. ПО: windows, open office, Acrobat reader
2. URL : <http://www.iprbookshop.ru/> – Электронно-библиотечная система IPRbooks.
3. URL: <http://www.biblioclub.ru/> – ЭБС «Университетская библиотека ON-LINE».

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения практических и лабораторных занятий необходима учебная аудитория, оснащенная компьютерной техникой и программами для схемотехнического проектирования электронных средств.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Система университетского образования предполагает рациональное сочетание таких видов учебной деятельности, как лекции, практические и лабораторные занятия, самостоятельная работа студентов, а также контроль полученных знаний.

- Лекции представляет собой систематическое, последовательное изложение учебного материала. Это – одна из важнейших форм учебного процесса и один из основных методов преподавания в вузе. На лекциях от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. Качественный конспект должен легко восприниматься зрительно, в эго тексте следует соблюдать абзацы, выделять заголовки, пронумеровать формулы, подчеркнуть термины. В качестве ценного совета рекомендуется записывать не каждое слово лектора (иначе можно потерять мысль и начать писать автоматически, не вникая в смысл), а постараться понять основную мысль лектора, а затем записать, используя понятные сокращения.

- Практические и лабораторные занятия позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности практических занятий для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.

- Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения 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 типовых расчетов;
- работа над темами для самостоятельного изучения;
- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;
- подготовка к зачетам и экзаменам.

Кроме базовых учебников рекомендуется самостоятельно использовать имеющиеся в библиотеке учебно-методические пособия. Независимо от вида учебника, работа с ним должна происходить в течение всего семестра. Эффективнее работать с учебником не после, а перед лекцией.

При ознакомлении с каким-либо разделом рекомендуется прочитать его целиком, стараясь уловить общую логику изложения темы. При повторном чтении хорошо

акцентировать внимание на ключевых вопросах и основных теоремах (формулах). Можно составить их краткий конспект.

Степень усвоения материала проверяется следующими видами контроля:

- текущий (опрос, контрольные работы, типовые расчеты);
- промежуточный (экзамен).

Для успешной сдачи экзамена необходимо выполнить следующие рекомендации – готовиться к экзамену следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до экзамена. Данные перед экзаменом три-четыре дня эффективнее всего использовать для повторения.

АННОТАЦИЯ

рабочей программы дисциплины «Схемотехника приборов»

Направление подготовки (специальность) 12.04.01 Приборостроение
Профиль (специализация) Автоматизированное проектирование приборов и комплексов

Квалификация выпускника Магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения Очная/Заочная

Год начала подготовки 2019

Цель изучения дисциплины:

Изучение методов и средств схемотехнического проектирования электронных средств и систем, приобретение компетенций для решения задач схемотехнического проектирования блоков, модулей, систем и комплексов электронных средств с учетом заданных требований.

Задачи освоения дисциплины:

- подготовка к выполнению анализа характеристик и проектированию электрических схем блоков, модулей и систем электронных средств с использованием средств автоматизации проектирования, с учетом современного состояния и тенденций развития радиоэлектроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий;
- формирование способности и готовности осуществлять сбор и анализ исходных данных для схемотехнического проектирования электронных средств;
- формирование способности к самообразованию в области схемотехнического проектирования электронных средств.

Перечень формируемых компетенций:

ОПК-3 Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач

ОПК-2 Способен организовать проведение научного исследования и разработку, представлять и аргументированно защищать полученные результаты интеллектуальной деятельности, связанные с обработкой, передачей и измерением сигналов различной физической природы в приборостроении

Общая трудоемкость дисциплины ЗЕТ: 4 з.е.

Форма промежуточного контроля по дисциплине: зачет