

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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



УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

В.А. Небольсин

« 16 » декабря 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

**«Б1.В.04 Схемотехника радиоэлектронного оборудования
беспилотных авиационных систем»**

**Направление подготовки (специальность) 11.04.03 – Конструирования и
технология электронных средств**

**Профиль (специализация) Автоматизированное проектирование радиоэлек-
тронных модулей беспилотных авиационных систем**

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения Очная

Год начала подготовки 2023 г.

Автор программы _____  /Хорошайлова М.В./

Заведующий кафедрой
конструирования и производства
радиоаппаратуры _____  /Башкиров А.В./

Руководитель ОПОП _____  / Башкиров А.В./

Воронеж 2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Состоит в изучении типовых схмотехнических решений, методов расчета и автоматизированного проектирования электронных модулей беспилотных авиационных систем.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Реализация технологии обучения, нацеленной на индивидуализацию труда студента при выполнении лабораторных работ, при изучении тем, выносимых на самостоятельную работу; использование примеров, фактов, иллюстрирующих достижения и проблемы схмотехнического моделирования беспилотных авиационных систем, электромеханики для усиления интереса к изучаемой дисциплине, выбранной специальности; овладение современной научной и технической терминологией в данной области; широкое использование образцов приборов, узлов, элементов

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Схмотехника радиоэлектронного оборудования беспилотных авиационных систем» относится к дисциплинам обязательной части блока Б.1 учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Схмотехника радиоэлектронного оборудования беспилотных авиационных систем» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-2 – способен определять цели, осуществлять постановку задач проектирования радиоэлектронных модулей беспилотных авиационных систем.

ПК-3 – способен проектировать функциональные блоки, модули, устройства и комплексы электронных средств беспилотных авиационных систем с учетом заданных требований.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	<u>знать</u> основы построения измерительных каналов постоянного и переменного тока аналоговых, аналого-цифровых и цифровых измерительных приборов и устройств;
	<u>уметь</u> использовать полученные знания при освоении учебного материала последующих дисциплин, выполнении курсовых проектов и выпускных квалификационных работ
	<u>владеть</u> современной элементной базой при проектировании радиоэлектронных модулей; основными принципами обработки измерительной информации

ПК-3	<u>знать</u> научно-техническую терминологию; физические основы работы составных частей беспилотных авиационных систем; влияние различных факторов окружающей среды на работу беспилотных авиационных систем; перспективы развития схмотехники модулей беспилотных авиационных систем
	<u>уметь</u> эксплуатировать, настраивать, калибровать измерительные устройства; определять требования к отдельным узлам беспилотных авиационных систем; проектировать типовые модули беспилотных авиационных систем
	<u>владеть</u> современной элементной базой измерительных устройств; основными принципами обработки измерительной информации

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Схмотехника радиоэлектронного оборудования беспилотных авиационных систем» составляет 5 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		1	2
Аудиторные занятия (всего)	180	72	
В том числе:			
Лекции	36	36	
Практические занятия (ПЗ)	-	-	
Лабораторные работы (ЛР)	36	36	
Самостоятельная работа	81	81	
Курсовой проект	+	+	
Контроль	27	27	
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет с оценкой	+	+	
Общая трудоемкость	час	180	180
	экзамен. ед.	1	1

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.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Изучение и анализ состояния современного рынка технологического оборудования и тенденций развития в области беспилотных авиационных систем	Классификация БПЛА; структура системы управления беспилотных летательных аппаратов специального назначения; преимущества БПЛА над пилотируемыми летательными аппаратами; основные преимущества современных БПЛА; основные электронные модули БПЛА.	4	-	4	9	17
2	Микроэлектронная база БПЛА	Электронная элементарная база беспилотных авиационных систем: источник питания, радиосвязь, система управления, стабилизации БПЛА	4	-	4	9	17
3	Компоненты системы управления	Микроконтроллер, драйвер, ШИМ для чтения сигналов с приемника и управления контроллерами двигателей, АЦП, UART порт для подключения модулей GPS и беспроводной телеметрии, также USB интерфейс, настроенный в режиме виртуального COM порта для отладки и тестирования программного обеспечения	4	-	4	9	17
4	Датчики беспилотных авиационных систем	Акселерометры, датчики угловой скорости, датчики давления, цифровые компасы, система глобального позиционирования	4	-	4	9	17
5	Проектирование автопилота с использованием последовательных замыканий контура обратной связи	Последовательное замыкание контура; ограничения, связанные с насыщением, и их влияние на рабочие характеристики; автопилот движения в боковом направлении; автопилот продольного движения; цифровая реализация контуров с ПИД-регулятором	4	-	4	9	17
6	Оценка состояния	Контрольный маневр; фильтры низких частот; оценка состояния путем обращения модели датчика; теория динамического наблюдателя; вывод дискретно-непрерывного фильтра Калмана; оценка положения; сглаживание данных GPS.	4	-	4	9	17
7	Движение по прямой линии и круговой орбите и система управления маршрутом	Движение по прямолинейной траектории ; движение по круговой орбите; переходы между путевыми точками; траектории Дубин	4	-	4	9	17
8	Модели наведения	Модель автопилота; кинематическая модель управляемого полета; кинематические модели наведения; динамическая модель наведения	4	-	4	9	17
9	Планирование траектории и навигация с помощью видеосистемы	Поточечные алгоритмы; алгоритмы охвата; система координат карданного подвеса, видеокамеры и проективная геометрия; нацеливание карданного подвеса; геолокация; оценка движения цели в плоскости изображения; время до столкновения; точная посадка	4	-	4	9	17
Итого			36	-	36	81	153

5.2 Перечень лабораторных работ

Л.Р. №1. Создание трехмерного графического представления БПЛА, совершающего поворот и сдвиг в требуемую конфигурацию

Л.Р.№2. Графическая обработка экспериментальных данных

Л.Р.№3. Построение s-функций в Simulink

Л.Р.№4. Назначение и область применения вейвлет анализа

Л.Р.№5. Проектирование комбинационных схем конечных логических автоматов в Simulink

Л.Р. №6. Построение систем логического управления и защиты в Simulink

Л.Р. №7. Моделирование передающей части цифровой системы связи с OFDM-средствами

Л.Р. №8. Моделирование приемной части цифровой системы связи с OFDM-средствами

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 1 семестре.

Примерная тематика курсового проекта: «Создания моделей сигналов и моделирование различных радиоэлектронных модулей в среде Matlab».

При выполнении курсовой работы магистранты должны научиться правильно и творчески использовать знания, полученные ими при прохождении теоретических и практических дисциплин.

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- осуществлять обзор литературных источников по заданной теме;
- осуществлять поиск необходимой справочной информации по теме проекта;

- разрабатывать модели радиоэлектронных модулей в среде Matlab;

- проводить необходимые при проектировании расчеты;

Курсовой проект включают в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку

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 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	<u>знать</u> основы построения измерительных каналов постоянного и переменного тока аналоговых, аналого-цифровых и цифровых измерительных приборов и устройств;	Активная работа на лабораторных и 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
	<u>уметь</u> использовать полученные знания при освоении учебного материала последующих дисциплин, выполнении курсовых проектов и выпускных квалификационных работ	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
	<u>владеть</u> современной элементной базой при проектировании радиоэлектронных модулей; основными принципами обработки измерительной информации	Решение стандартных прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	<u>знать</u> научно-техническую терминологию; физические основы работы составных частей беспилотных авиационных систем; влияние различных факторов окружающей среды на работу беспилотных авиационных систем; перспективы развития схмотехники модулей беспилотных авиационных систем	Активная работа на лабораторных и 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
	<u>уметь</u> эксплуатировать, настраивать, калибровать измерительные устройства; определять требования к отдельным узлам беспилотных авиационных систем; проектировать типовые модули беспилотных авиационных систем	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
	<u>владеть</u> современной элементной базой измерительных устройств; основными принципами обработки измерительной информации	Решение стандартных 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 во 2 семестре для очной формы обучения по системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ПК-2	знать основы построения измерительных каналов постоянного и переменного тока аналоговых, аналого-цифровых и цифровых измерительных приборов и устройств;	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь использовать полученные знания при освоении учебного материала последующих дисциплин, выполнении курсовых проектов и выпускных квалификационных работ	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	владеть современной элементной базой при проектировании радиоэлектронных модулей; основными принципами обработки измерительной информации	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
ПК-3	знать научно-техническую терминологию; физические основы работы составных частей беспилотных авиационных систем; влияние различных факторов окружающей среды на работу беспилотных авиационных систем; перспективы развития схемотехники модулей беспилотных авиационных систем	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь эксплуатировать, настраивать, калибровать измерительные устройства; определять требования к отдельным узлам беспилотных авиационных систем; проектировать типовые модули беспилотных авиационных систем	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	владеть современной элементной базой измерительных устройств; основными принципами обработки измерительной информации	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

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 БЛА над пилотируемыми летательными аппаратами вам известны?

а) **Обслуживание БЛА намного дешевле обслуживания пилотируемого летательного аппарата.**

б) **Беспилотному летательному аппарату не требуется большая посадочная площадка, достаточно от 100 до 600 метров.**

в) **Беспилотный летательный аппарат имеет большие габариты, чем пилотируемый летательный аппарат.**

г) **Затраты на обучение и подготовку пилотов БЛА намного меньше, чем аналогичные затраты на пилотируемые ЛА.**

2. Какого типа БПЛА не существует?

- а) Аэродинамический.
- б) Аэростатический.
- в) Реактивный.
- г) **Флювиогенный.**

3. Что из нижеперечисленного не является преимуществом БПЛА?

- а) Высокая мобильность.
- б) Отсутствие жестких требований к стартовой площадке.
- в) **Сигналы GPS навигаторов, как и любые сигналы, принимаемые/отсылаемые БПЛА, можно перехватывать и подменять.**
- г) Минимальная аудиовизуальная заметность, возможность ведения скрытого наблюдения.

4. Что позволяет система OSD?

- а) Сбрасывание предметов различного назначения.
- б) Позволяет катапультироваться с борта.
- в) **Позволяет увидеть расположение стартовой площадки коптера.**
- г) Помогает поднимать небольшие грузы и доставлять их в пункт назначения.

5. Для чего в основном используется микроэлектронные компоненты в мультироторе.

- а) **Для повышенной стабилизации**
- б) Для усиления мощности двигателей
- в) Для дополнительных возможностей
- г) Для последующей модификации.

6. В каком случае, нельзя использовать систему видео-передачи для беспилотника?

- а) Частота видео передачи будет ниже частоты управляющего сигнала
- б) **Частота видео передачи будет равно частоте управляющего сигнала**
- в) Частота видео передачи будет выше частоты управляющего сигнала
- г) Ни в одном из случаев

7. Сколько каналов требуется для базового управления мультиротора?

- а) 2
- б) **4**
- в) 6
- г) 8

8. Что наиболее важно учитывать при выборе регулятора скорости двигателей?

- а) Их подключение
- б) Двигатели с которыми они будут работать
- в) **Их рабочий ток**
- г) Их напряжение.

9. Зачем нужна балансировка винтов

- а) **Для снижения вибраций**
- б) Для увеличения винта
- в) Для утяжеления винта
- г) Для увеличения вибраций

10. Что такое система FPV?

- а) Система стабилизации
- б) **Система видео**
- в) Система питания
- г) Система самоуничтожения

11. Что определяют аэродинамические коэффициенты БПЛА?

- а) статическую устойчивость БПЛА
- б) динамическую устойчивость БПЛА
- в) **статическую и динамическую устойчивость БПЛА**

12. Комплекс управления БПЛА состоит

- а) **НКУ, БКУ**
- б) НКУ, БКУ, Глонасс
- в) пункта управления БПЛА, бортового оборудования, телеметрического оборудования
- г) наземного пункта управления Глонасс

13. Графическое управляющее программное обеспечение (ПО) осуществляет

- а) ручное управление БПЛА
- б) **программирование маршрута и отображение параметров полета**
- в) отображение полета на дисплее
- г) командное управление полетом БПЛА

14. Причина ошибок спутниковых навигационных систем со временем

- а) **дрейф гироскопов**
- б) **ошибки Глонасс**
- в) ошибки бортовой вычислительной машины
- г) ошибки автопилота

15. Акселерометр – это

- а) устройство, анализирующее ускорение устройства в трех плоскостях (x,y,z)
- б) **устройство, анализирующее скорость устройства в трех плоскостях (x,y,z)**
- в) устройство стабилизации в трех плоскостях (x,y,z)
- г) устройство, анализирующее координаты БПЛА в трех плоскостях (x,y,z)

16. Для каких целей предназначен Bluetooth модуль

- а) для стабилизации полета дрона
- б) для определения координат дрона
- в) для передачи фото и видео файлов**
- г) для управления движением дрона

17. Вычислитель БПЛА имеет следующие характеристики и особенности: производительность 400 MIPS. Что означает MIPS?

- а) величина, показывающая число миллионов инструкций, выполняемых процессором за одну секунду**
- б) величина, показывающая число инструкций, выполняемых процессором за одну минуту
- в) количество операций в 1 секунду
- г) количество инструкций, переданных в 1 секунду

18. Что такое QNX?

- а) операционная система БПЛА**
- б) программа управления полетом БПЛА
- в) мульти платформенная система БПЛА
- г) система счисления БПЛА

19. Из каких частей состоит регулятор оборотов?

- а) измерительные приборы и световая индикация
- б) микроконтроллер
- в) полевые транзисторы, микроконтроллер, драйвер, стабилизатор напряжения**
- г) электромоторы

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Ждущий режим мультивибратора на логических элементах характеризуется:

- а) отсутствием элементов, накапливающих энергию
- б) наличием цепи запуска**
- в) введением отрицательной обратной связи

2. Построение цифро-аналогового преобразователя на основе суммирования напряжений предполагает применение структуры:

- а) R-4R матрицы
- б) фильтра нижних частот
- в) на основе 2nR резисторов**

3. Усилитель, охваченный обратной связью (ОС), устойчив, если его годограф при разомкнутой цепи ОС ... на комплексной плоскости точку с координатами (1;j0):

- а) проходит
- б) не охватывает**

в) охватывает

4. Включением моста Вина в цепь отрицательной обратной связи операционного усилителя реализуется фильтр:

- а) полосовой
- б) режекторный
- в) верхних частот

5. Коррекция амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) в области нижних частот (НЧ) проводится за счет введения ... току:

- а) местной ООС по постоянному
- б) общей частотно-зависимой отрицательной обратной связи (ООС) по переменному**
- в) общей ООС по постоянному

6. Оконечный каскад целесообразно реализовывать с трансформаторной связью с нагрузкой, что позволяет:

- а) снизить линейные искажения
- б) снизить нелинейные искажения
- в) повысить КПД каскада**

7. Достижение входного сопротивления $Z_{вх} \rightarrow \infty$ и выходного $Z_{вых} \approx 0$, близкими к параметрам идеального операционного усилителя, обеспечивается применением:

- а) параллельной ООС по напряжению
- б) последовательной ООС по напряжению**
- в) параллельной ООС по току

8. Усилительный каскад на биполярном транзисторе, включенном по схеме с общим эмиттером, изменяет фазу входного напряжения на:

- а) 90°
- б) -90°
- в) 180°**

9. На свойства усилительного каскада на биполярном транзисторе, включенном по схеме с общим эмиттером и резистивно-емкостной межкаскадной связью, в области нижних частот на реактивные компоненты схемы оказывают(ет) влияние:

- а) только разделительные конденсаторы
- б) цепи межкаскадной связи и цепи температурной стабилизации**
- в) реактивные параметры транзистора

10. Физическая П-образная модель биполярного транзистора (схема Джаколетто) позволяет исследовать свойства усилительного каскада ... частот(е):

а) на любой

б) только в области верхних

в) только на рабочей

11. Источник усиливаемого сигнала можно представлять источником ЭДС или источником тока в зависимости от величины его внутреннего сопротивления:

а) периодически можно

б) нет

в) да

12. Составные транзисторы позволяют улучшать технические показатели усилителей вследствие уменьшения паразитных обратных связей внутри УЭ:

а) да

б) нет

в) периодически да

13. Транзисторная логика с непосредственной связью (ТЛНС) характеризуется:

а) четким переходом транзисторного ключа из состояния насыщения в режим отсечки

б) сильной зависимостью процессов от характеристик транзистора

в) отсутствием гальванической связи между транзисторными ключами

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Логарифмическая АЧХ усилителя постоянного тока имеет наклон - 20дБ/дек вплоть до верхней частоты среза. Определить коэффициент усиления УПТ на частоте 1 МГц, если при подаче на его вход идеального прямоугольного импульса амплитудой 1 мВ на выходе сформировался импульс амплитудой 1 В со временем установления фронта и спада 1 мкс ?

Ответ: $K=33$

2. Относительный спад вершины импульса длительностью 1 мс при прохождении разделительной цепи составил 5%. На сколько процентов падает амплитуда синусоидального сигнала частотой 8 Гц при прохождении этой цепи?

Ответ: на 29 %

3. При выходной мощности 1Вт амплитуды первых четырех гармоник выходного напряжения составили соответственно 10В, 2В, 3В, 1В при подаче на вход усилителя сигнала частотой 1кГц. Для уменьшения искажений в усилитель введена ООС глубиной 20 дБ, а затем с помощью каскада предварительного усиления восстановлен прежний уровень выходной мощности. Определить коэффициент гармоник в % $U_{\text{вых}}$?

Ответ (3)

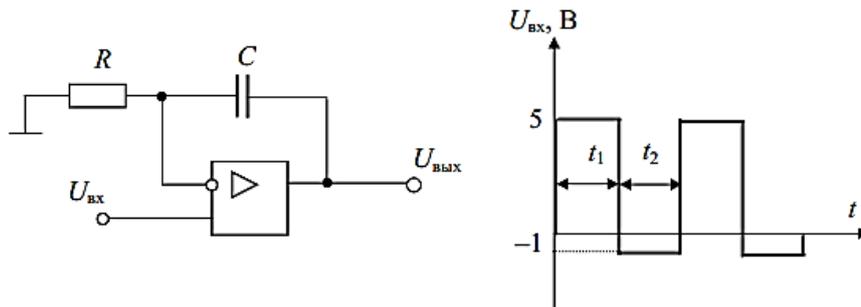
4. Амплитуды первых четырех гармоник выходного тока транзисторного усилителя составили соответственно 20мА, 2мА, 3мА и 1мА. Оценить коэффициент гармоник в % $I_{\text{ВЫХ}}$?

Ответ {18}

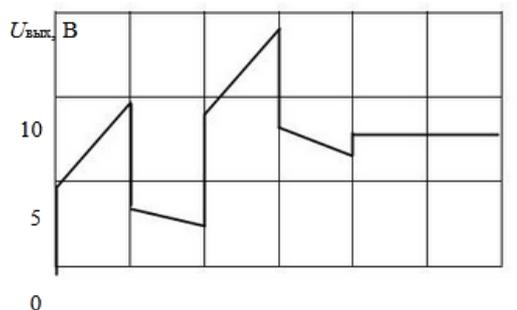
5. Фазовый сдвиг сигнала частотой 1 МГц на выходе УПТ, ЛАЧХ которого идет с наклоном -20 дБ/дек вплоть до частоты среза, составил 45 эл. град. Оценить время установления фронта импульса на выходе усилителя, если на вход подан идеальный прямоугольный импульс.

Ответ: $t_y = 350$ нс

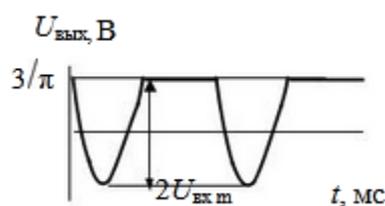
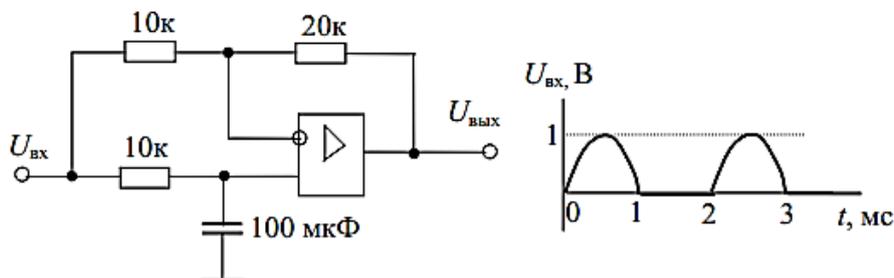
6. Построить $U_{\text{ВЫХ}}(t)$ после подачи на вход двух импульсов $U_{\text{ВХ}}(t)$. Выполняется условие $\tau = RC = t_1 = t_2$



Ответ: За время t_1 напряжение на конденсаторе нарастает на 5 В, за время t_2 спадает на 1 В. После окончания импульсов напряжение на выходе интегратора не изменяется.



7. Построить временную диаграмму выходного напряжения.



Ответ: $t=1000$ мс,

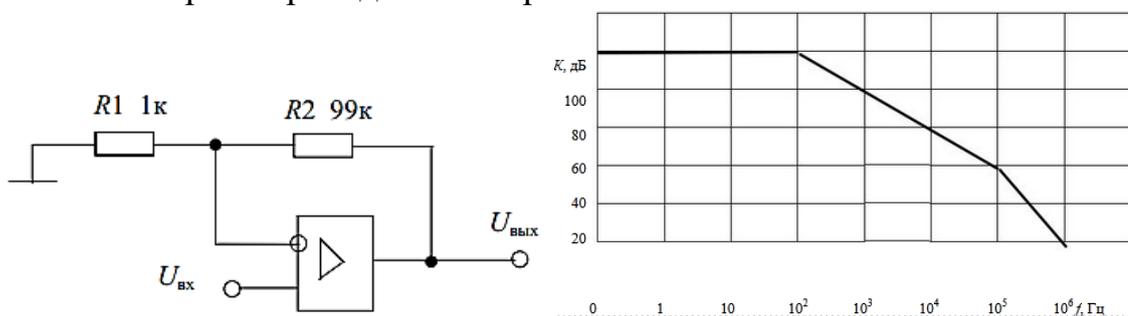
8. Параллельный LC -контур с конденсатором емкостью $C=1$ нФ настроен на резонансную частоту 1 МГц. При этом полоса пропускания на уровне 3 дБ составила 10 кГц. Определить сопротивление контура на частоте 500 кГц.

Ответ: 106 Ом

9. Какой глубины ООС нужно ввести в усилитель, чтобы уменьшить погрешность коэффициента усиления до 1%, если температурная нестабильность $\delta K_{\text{тем}}=50\%$, технологический разброс $\delta K_{\text{тех}}=50\%$, а погрешность коэффициента передачи цепи обратной связи $\delta \gamma = 0,5\%$.

Ответ: $A=141,4$

10. Оценить запас устойчивости по фазе УПТ, асимптотическая ЛАЧХ (логарифмическая амплитудно-частотная характеристика) операционного усилителя которого приведена на чертеже.



Ответ: запас устойчивости по фазе равен 45° .

11. При подаче входного синусоидального напряжения амплитуды первых четырех гармоник сигнала на выходе двухтактного выходного каскада, работающего в режиме класса B , при выходной мощности 10 Вт составили соответственно 10 В, 2 В, 3 В и 1 В. Оценить коэффициент нелинейных искажений усилителя.

Ответ: 37,4 %

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Электронная элементарная база беспилотных авиационных систем: источник питания, радиосвязь, система управления, стабилизации БПЛА

2. Микроконтроллер, драйвер, ШИМ для чтения сигналов с приемника и управления контроллерами двигателей

3. ЦАП. Основные характеристики. Схема с двоичновзвешенными резисторами

4. АЦП. Основные характеристики. Схема с последовательным приближением

5. АЦП. Основные характеристики. Схема с двоично-взвешенным приближением.

6. UART порт для подключения модулей GPS и беспроводной телеметрии

7. USB интерфейс, настроенный в режиме виртуального COM порта для отладки и тестирования программного обеспечения
8. Акселерометры
9. Датчики угловой скорости
10. Датчики давления
11. Цифровые компасы
12. Система глобального позиционирования
13. Автопилот движения в боковом направлении; автопилот продольного движения
14. Фильтра Калмана; оценка положения; сглаживание данных GPS.
15. Движение по прямолинейной траектории; движение по круговой орбите; переходы между путевыми точками; траектории Дубин
16. Модель автопилота; кинематическая модель управляемого полета.
17. Динамическая модель наведения
18. Поточечные алгоритмы; алгоритмы охвата; система координат карданного подвеса

7.2.5 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов, 10 стандартных задач и 10 прикладных задач. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 30.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 16 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 16 до 20 баллов.
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 21 до 25 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 26 до 30 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Электронная элементарная база беспилотных авиационных систем: источник питания, радиосвязь, система управления, стабилизации БПЛА	ПК-3	Тест, зачет, устный опрос
2	Микроконтроллер, драйвер, ШИМ для чтения сигналов с приемника и управления контроллерами двигателей, АЦП, UART порт для подключения модулей GPS и беспроводной телеметрии, также USB интерфейс, настроенный в режиме виртуального COM порта для отладки и тестирования программного обеспечения	ПК-2	Тест, зачет, устный опрос
3	Акселерометры, датчики угловой скорости, датчики давления, цифровые компасы, система глобального позиционирования	ПК-2	Тест, зачет, устный опрос

4	Последовательное замыкание контура; ограничения, связанные с насыщением, и их влияние на рабочие характеристики; автопилот движения в боковом направлении; автопилот продольного движения; цифровая реализация контуров с ПИД-регулятором	ПК-3	Тест, зачет, устный опрос
5	Контрольный маневр; фильтры низких частот; оценка состояния путем обращения модели датчика; теория динамического наблюдателя; вывод дискретно-непрерывного фильтра Калмана; оценка положения; сглаживание данных GPS.	ПК-3	Тест, зачет, устный опрос
6	Движение по прямолинейной траектории ; движение по круговой орбите; переходы между путевыми точками; траектории Дубин	ПК-2	Тест, экзамен, устный опрос
7	Модель автопилота; кинематическая модель управляемого полета; кинематические модели наведения; динамическая модель наведения	ПК-2	Тест, экзамен, устный опрос
8	Поточечные алгоритмы; алгоритмы охвата; система координат карданного подвеса, видеокамеры и проективная геометрия; нацеливание карданного подвеса; геолокация; оценка движения цели в плоскости изображения; время до столкновения; точная посадка	ПК-3	Тест, экзамен, устный опрос

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 методике 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 методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Шарапов А.В. Аналоговая схемотехника: Учебное пособие. –Томск: ТУСУР, 2006. – 193 с.
2. Рэндал У. Биард, Тимоти У. МакЛэйн Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2015. – 312 с.
3. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника: Учеб. пособие для приборостроит. спец. вузов. – 2-е изд. – М.: Высшая школа, 1991. – 622 с.

4. Павлов В.Н., Ногин В.Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебник для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 320 с.

5. Денисов Н.П., Шарапов А.В., Шибяев А.А. Электроника и схемотехника. Учебное пособие: в 2 частях – Томск, ТМЦ ДО, 2002. — Ч.2. –220 с.

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

Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer, программный комплекс Matlab/Simulink

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная видеопроектором с экраном и пособиями по профилю.

Компьютерный класс, оснащенный ПЭВМ с установленным программным обеспечением, ауд. 7422/7, 7434/3.

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

По дисциплине «Схемотехника радиоэлектронного оборудования беспилотных авиационных систем» читаются лекции, проводятся лабораторные занятия, выполняется курсовой проект.

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 это 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.

- 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 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);
- рубежный (коллоквиум);
- промежуточный (курсовая работа, зачет, зачет с оценкой, экзамен).

Коллоквиум – форма итоговой проверки знаний студентов по определенным темам.

Зачет – форма проверки знаний и навыков, полученных на лекционных и практических занятиях. Сдача всех зачетов, предусмотренных учебным планом на данный семестр, является обязательным условием для допуска к экзаменационной сессии.

Экзамен – форма итоговой проверки знаний студентов.

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.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать 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.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных 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	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения

<p>работа</p>	<p>учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <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.
<p>Подготовка к промежуточной аттестации</p>	<p>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 экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

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