

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 12.07.2024 11:19:35
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Утверждаю:



Руководитель ООП

Б.Б.Педько

«21» мая 2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Основы аналоговой электроники

Закреплена за кафедрой:	Общей физики
Направление подготовки:	03.03.03 Радиофизика
Направленность (профиль):	Материалы и устройства радиоэлектроники (беспилотные системы, программно-аппаратные)
Квалификация:	Бакалавр
Форма обучения:	очная
Семестр:	4,5

Программу составил(и):
канд. физ.-мат. наук, доц., Макаров Виталий Владимирович

Тверь, 2024

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины (модуля):

передача студенту необходимого объема знаний в области схемотехнического проектирования разнообразных аналоговых устройств.

Задачи:

Курс «Основы аналоговой электроники» является одним из основных в системе подготовки профессионалов в области электронной техники. Интенсивное развитие электроники, ее быстрое проникновение во все области человеческой деятельности обуславливают актуальность распространения основных идей среди выпускников высших учебных заведений. Необходимо отметить мировоззренческую и методологическую направленность курса. Необходимо сформировать у студентов единую, стройную, логически непротиворечивую картину окружающего нас мира природы. Создание такой картины происходит поэтапно, путем обобщения экспериментальных данных и на их основе производится построение моделей наблюдаемых явлений, со строгим обоснованием приближений и рамок, в которых эти модели действуют. В рамках курса рассматриваются принципы работы дискретных и интегральных полупроводниковых приборов (диодов, стабилитронов, варикапов, светодиодов, фотодиодов, транзисторов биполярных и полевых, операционных усилителей и компараторов), различные схемотехнические решения на их основе (усилители, повторители, преобразователи уровня, стабилизаторы, устройства, выполняющие математические операции) и примеры их расчета.

В результате изучения данного предмета студенты получают сведения, формирующие у них систему знаний о принципах работы разнообразных полупроводниковых приборов, функционирования этих приборов в реальных условиях, а также умения оптимальным образом проектировать и рассчитывать схемы аналоговых устройств, используя современную элементную базу.

Важнейшей составной частью лекций по аналоговой электронике является

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ОП: Б1.О

Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Математический анализ

Электричество и магнетизм

Механика

Программирование

Молекулярная физика

Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Радиоэлектроника

Преобразователи физических величин

Беспроводные технологии передачи данных

Научно-исследовательская работа

Статистическая радиофизика

Преддипломная практика

Программно-аппаратные комплексы

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость	7 ЗЕТ
Часов по учебному плану	252
в том числе:	
аудиторные занятия	132
самостоятельная работа	93
часов на контроль	27

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ОПК-1.1: Обладает базовыми знаниями в области физики и радиофизики

ОПК-1.2: Использует базовые знания в области физики и радиофизики в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности

ОПК-1.3: Владеет экспериментальным аппаратом для ведения профессиональной деятельности: разработки и эксплуатации радиоэлектронных устройств, проведения научных исследований в области радиофизики

ОПК-3.1: Использует информационные технологии для поиска, систематизации и анализа данных в рамках поставленной задачи

ПК-2.3: Осуществляет настройку радиоэлектронной аппаратуры

ПК-3.2: Осуществляет моделирование и проектирование радиэлектронных средств с применением современных информационных технологий

5. ВИДЫ КОНТРОЛЯ

Виды контроля в семестрах:	
экзамены	5
зачеты	4

6. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Язык преподавания: русский.

7. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занят.	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Семестр / Курс	Часов	Источники	Примечание
	Раздел 1. Введение. Задачи курса. 1. Резисторы. Устройство и основные параметры. Маркировка, стандартные ряды номиналов. Вольтамперные характеристики.					
1.1	Введение. Задачи курса. 1. Резисторы. Устройство и основные параметры. Маркировка, стандартные ряды номиналов. Вольтамперные характеристики.	Лек	4	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6	
1.2	Введение. Задачи курса. 1. Резисторы. Устройство и основные параметры. Маркировка, стандартные ряды номиналов. Вольтамперные характеристики.	Ср	4	2		

	Раздел 2. 2. Идеальные источники. Источники тока и напряжения. Передаточные функции. Законы Кирхгофа. Теорема Тевенина о эквивалентности. Изучение законов постоянного тока.					
2.1	2. Идеальные источники. Источники тока и напряжения. Передаточные функции. Законы Кирхгофа. Теорема Тевенина о эквивалентности. Изучение законов постоянного тока.	Лек	4	1		
2.2	2. Идеальные источники. Источники тока и напряжения. Передаточные функции. Законы Кирхгофа. Теорема Тевенина о эквивалентности. Изучение законов постоянного тока.	Лаб	4	6		
2.3	2. Идеальные источники. Источники тока и напряжения. Передаточные функции. Законы Кирхгофа. Теорема Тевенина о эквивалентности. Изучение законов постоянного тока.	Ср	4	3		
	Раздел 3. 3. Конденсаторы. Устройство и основные параметры. Интегрирующие RC-цепи. Дифференцирующие RC-цепи. Изучение интегрирующих и дифференцирующих свойств RC цепей					
3.1	3. Конденсаторы. Устройство и основные параметры. Интегрирующие RC-цепи. Дифференцирующие RC-цепи. Изучение интегрирующих и дифференцирующих свойств RC цепей	Лек	4	1		
3.2	3. Конденсаторы. Устройство и основные параметры. Интегрирующие RC-цепи. Дифференцирующие RC-цепи. Изучение интегрирующих и дифференцирующих свойств RC цепей	Лаб	4	6		

3.3	3. Конденсаторы. Устройство и основные параметры. Интегрирующие RC-цепи. Дифференцирующие RC-цепи. Изучение интегрирующих и дифференцирующих свойств RC цепей	Ср	4	4		
	Раздел 4. 4. Индуктивность. Устройство и основные параметры. Трансформатор. Исследование процессов переключения в катушке индуктивности.					
4.1	4. Индуктивность. Устройство и основные параметры. Трансформатор. Исследование процессов переключения в катушке индуктивности.	Лек	4	1		
4.2	4. Индуктивность. Устройство и основные параметры. Трансформатор. Исследование процессов переключения в катушке индуктивности.	Лаб	4	6		
4.3	4. Индуктивность. Устройство и основные параметры. Трансформатор. Исследование процессов переключения в катушке индуктивности.	Ср	4	4		
	Раздел 5. 5. Импеданс и частотный анализ реактивных схем.					
5.1	5. Импеданс и частотный анализ реактивных схем.	Лек	4	0.5		
5.2	5. Импеданс и частотный анализ реактивных схем.	Ср	4	4		
	Раздел 6. 6. RC-фильтр высоких частот. RC-фильтр низких частот. Амплитудно-частотная характеристики. Фазовая характеристики.					
6.1	6. RC-фильтр высоких частот. RC-фильтр низких частот. Амплитудно-частотная характеристики. Фазовая характеристики.	Лек	4	1		

6.2	6. RC-фильтр высоких частот. RC-фильтр низких частот. Амплитудно-частотная характеристики. Фазовая характеристики.	Ср	4	4		
	Раздел 7. 7. Резонансные цепи. Амплитудно-частотные характеристики. Обобщенная теорема Тевенина					
7.1	7. Резонансные цепи. Амплитудно-частотные характеристики. Обобщенная теорема Тевенина	Лек	4	0.5		
7.2	7. Резонансные цепи. Амплитудно-частотные характеристики. Обобщенная теорема Тевенина	Ср	4	4		
	Раздел 8. Полупроводниковый диод. Устройство и основные параметры. Вольтамперные характеристики диодов различных типов. Диодные выпрямители. Фильтрация в источниках питания. Изучение работы диодного моста в качестве двухполупериодного выпрямителя.					
8.1	Полупроводниковый диод. Устройство и основные параметры. Вольтамперные характеристики диодов различных типов. Диодные выпрямители. Фильтрация в источниках питания. Изучение работы диодного моста в качестве двухполупериодного выпрямителя.	Лек	4	1		
8.2	Полупроводниковый диод. Устройство и основные параметры. Вольтамперные характеристики диодов различных типов. Диодные выпрямители. Фильтрация в источниках питания. Изучение работы диодного моста в качестве двухполупериодного выпрямителя.	Лаб	4	8		

8.3	Полупроводниковый диод. Устройство и основные параметры. Вольтамперные характеристики диодов различных типов. Диодные выпрямители. Фильтрация в источниках питания. Изучение работы диодного моста в качестве двухполупериодного выпрямителя.	Ср	4	2		
	Раздел 9. 9. Диодные ограничители, измерители температуры, функциональные преобразователи. Диодная защита от экстратоков.					
9.1	9. Диодные ограничители, измерители температуры, функциональные преобразователи. Диодная защита от экстратоков.	Лек	4	1		
9.2	9. Диодные ограничители, измерители температуры, функциональные преобразователи. Диодная защита от экстратоков.	Ср	4	2		
	Раздел 10. 10. Биполярный транзистор. Устройство и принцип действия. Основные параметры и правила работы. Простая модель транзистора в низкочастотных цепях. Транзисторный ключ. Состояние насыщения.					
10.1	10. Биполярный транзистор. Устройство и принцип действия. Основные параметры и правила работы. Простая модель транзистора в низкочастотных цепях. Транзисторный ключ. Состояние насыщения.	Лек	4	1		
10.2	10. Биполярный транзистор. Устройство и принцип действия. Основные параметры и правила работы. Простая модель транзистора в низкочастотных цепях. Транзисторный ключ. Состояние насыщения.	Ср	4	2		

	Раздел 11. 11. Эмиттерный повторитель. Входное и выходное сопротивление. Стабилизатор напряжения. Смещение в эмиттерном повторителе. Ограничитель напряжения.					
11.1	11. Эмиттерный повторитель. Входное и выходное сопротивление. Стабилизатор напряжения. Смещение в эмиттерном повторителе. Ограничитель напряжения.	Лек	4	1		
11.2	11. Эмиттерный повторитель. Входное и выходное сопротивление. Стабилизатор напряжения. Смещение в эмиттерном повторителе. Ограничитель напряжения.	Лаб	4	4		
11.3	11. Эмиттерный повторитель. Входное и выходное сопротивление. Стабилизатор напряжения. Смещение в эмиттерном повторителе. Ограничитель напряжения.	Ср	4	2		
	Раздел 12. 12. Транзисторный источник тока. Эффект Эрли и способы борьбы с ним. Источник тока на транзисторах.					
12.1	12. Транзисторный источник тока. Эффект Эрли и способы борьбы с ним. Источник тока на транзисторах.	Лек	4	1		
12.2	12. Транзисторный источник тока. Эффект Эрли и способы борьбы с ним. Источник тока на транзисторах.	Ср	4	1		
12.3	12. Транзисторный источник тока. Эффект Эрли и способы борьбы с ним. Источник тока на транзисторах.	Лаб	4	4		

	Раздел 13. 13. Усилитель с общим эмиттером. Коэффициент усиления, входное и выходное сопротивление. Смещение в усилителе с общим эмиттером. Усилитель напряжения на биполярном транзисторе.					
13.1	13. Усилитель с общим эмиттером. Коэффициент усиления, входное и выходное сопротивление. Смещение в усилителе с общим эмиттером. Усилитель напряжения на биполярном транзисторе.	Лек	4	1		
13.2	13. Усилитель с общим эмиттером. Коэффициент усиления, входное и выходное сопротивление. Смещение в усилителе с общим эмиттером. Усилитель напряжения на биполярном транзисторе.	Лаб	4	4		
13.3	13. Усилитель с общим эмиттером. Коэффициент усиления, входное и выходное сопротивление. Смещение в усилителе с общим эмиттером. Усилитель напряжения на биполярном транзисторе.	Ср	4	2		
	Раздел 14. 14. Модель Эберса-Молла. Крутизна биполярного транзистора. Усилитель с заземленным эмиттером.					
14.1	14. Модель Эберса-Молла. Крутизна биполярного транзистора. Усилитель с заземленным эмиттером.	Лек	4	1		
14.2	14. Модель Эберса-Молла. Крутизна биполярного транзистора. Усилитель с заземленным эмиттером.	Ср	4	2		
	Раздел 15. 15. Токовые зеркала. Масштабирование токов. Двухтактные выходные каскады. Режим А, В и АВ. Токовые зеркала.					
15.1	15. Токовые зеркала. Масштабирование токов. Двухтактные выходные каскады. Режим А, В и АВ. Токовые зеркала.	Лек	4	1		

15.2	15. Токовые зеркала. Масштабирование токов. Двухтактные выходные каскады. Режим А, В и АВ. Токовые зеркала.	Ср	4	2		
	Раздел 16. Составной транзистор Дарлингтона. Составной транзистор Шиклаи. Основные параметры.					
16.1	16. Составной транзистор Дарлингтона. Составной транзистор Шиклаи. Основные параметры.	Лек	4	1		
16.2	16. Составной транзистор Дарлингтона. Составной транзистор Шиклаи. Основные параметры.	Ср	4	2		
	Раздел 17. Дифференциальный усилитель. Коэффициент усиления дифференциального и синфазного сигналов. Эффект Миллера и способы борьбы с ним. Дифференциальные усилители. Изучение эффекта Миллера.					
17.1	17. Дифференциальный усилитель. Коэффициент усиления дифференциального и синфазного сигналов. Эффект Миллера и способы борьбы с ним. Дифференциальные усилители. Изучение эффекта Миллера.	Лек	4	1		
17.2	17. Дифференциальный усилитель. Коэффициент усиления дифференциального и синфазного сигналов. Эффект Миллера и способы борьбы с ним. Дифференциальные усилители. Изучение эффекта Миллера.	Лаб	4	10		
17.3	17. Дифференциальный усилитель. Коэффициент усиления дифференциального и синфазного сигналов. Эффект Миллера и способы борьбы с ним. Дифференциальные усилители. Изучение эффекта Миллера.	Ср	4	2		

	Раздел 18. 18. Полевые транзисторы с р-п-переходом. Полевые транзисторы с изолированным затвором. Устройство и основные параметры.					
18.1	18. Полевые транзисторы с р-п-переходом. Полевые транзисторы с изолированным затвором. Устройство и основные параметры.	Лек	5	1		
18.2	18. Полевые транзисторы с р-п-переходом. Полевые транзисторы с изолированным затвором. Устройство и основные параметры.	Ср	5	2		
	Раздел 19. 19. Обогащенные и обедненные полевые транзисторы. Входные и выходные характеристики полевых транзисторов					
19.1	19. Обогащенные и обедненные полевые транзисторы. Входные и выходные характеристики полевых транзисторов	Лек	5	1		
19.2	19. Обогащенные и обедненные полевые транзисторы. Входные и выходные характеристики полевых транзисторов	Ср	5	2		
	Раздел 20. 20. Источник тока на полевом транзисторе. Усилители на полевых транзисторах. Сравнение крутизны полевых и биполярных транзисторов. Усилители напряжения на полевых транзисторах.					
20.1	20. Источник тока на полевом транзисторе. Усилители на полевых транзисторах. Сравнение крутизны полевых и биполярных транзисторов. Усилители напряжения на полевых транзисторах.	Лек	5	1		
20.2	20. Источник тока на полевом транзисторе. Усилители на полевых транзисторах. Сравнение крутизны полевых и биполярных транзисторов. Усилители напряжения на полевых транзисторах.	Лаб	5	6		

20.3	20. Источник тока на полевом транзисторе. Усилители на полевых транзисторах. Сравнение крутизны полевых и биполярных транзисторов. Усилители напряжения на полевых транзисторах.	Ср	5	2		
	Раздел 21. 21. Истоковые повторители. Входное и выходное сопротивление. Аналоговые ключи на полевых транзисторах. Недостатки ключей на полевых транзисторах.					
21.1	21. Истоковые повторители. Входное и выходное сопротивление. Аналоговые ключи на полевых транзисторах. Недостатки ключей на полевых транзисторах.	Лек	5	1		
21.2	21. Истоковые повторители. Входное и выходное сопротивление. Аналоговые ключи на полевых транзисторах. Недостатки ключей на полевых транзисторах.	Ср	5	4		
	Раздел 22. 22. Усилители на КМОП полевых транзисторах. Полевые транзисторы в качестве переменных резисторов.					
22.1	22. Усилители на КМОП полевых транзисторах. Полевые транзисторы в качестве переменных резисторов.	Лек	5	1		
22.2	22. Усилители на КМОП полевых транзисторах. Полевые транзисторы в качестве переменных резисторов.	Ср	5	3		

	Раздел 23. 23. Операционные усилители. Основные характеристики идеального ОУ. Отрицательная обратная связь. Правила работы ОУ в линейных системах с отрицательной обратной связью. Основные линейные операционные схемы: инвертирующий, неинвертирующий усилители. Изучение работы операционного усилителя.					
23.1	23. Операционные усилители. Основные характеристики идеального ОУ. Отрицательная обратная связь. Правила работы ОУ в линейных системах с отрицательной обратной связью. Основные линейные операционные схемы: инвертирующий, неинвертирующий усилители. Изучение работы операционного усилителя.	Лек	5	1		
23.2	23. Операционные усилители. Основные характеристики идеального ОУ. Отрицательная обратная связь. Правила работы ОУ в линейных системах с отрицательной обратной связью. Основные линейные операционные схемы: инвертирующий, неинвертирующий усилители. Изучение работы операционного усилителя.	Лаб	5	6		
23.3	23. Операционные усилители. Основные характеристики идеального ОУ. Отрицательная обратная связь. Правила работы ОУ в линейных системах с отрицательной обратной связью. Основные линейные операционные схемы: инвертирующий, неинвертирующий усилители. Изучение работы операционного усилителя.	Ср	5	4		

	Раздел 24. 24. Основные отличия реального операционного усилителя от идеального. Источники тока на операционных усилителях. Преобразователь ток-напряжение. Измерение характеристик операционного усилителя.					
24.1	24. Основные отличия реального операционного усилителя от идеального. Источники тока на операционных усилителях. Преобразователь ток-напряжение. Измерение характеристик операционного усилителя.	Лек	5	1		
24.2	24. Основные отличия реального операционного усилителя от идеального. Источники тока на операционных усилителях. Преобразователь ток-напряжение. Измерение характеристик операционного усилителя.	Лаб	5	4		
24.3	24. Основные отличия реального операционного усилителя от идеального. Источники тока на операционных усилителях. Преобразователь ток-напряжение. Измерение характеристик операционного усилителя.	Ср	5	5		
	Раздел 25. 25. Дифференциальный усилитель на ОУ. Суммирующий усилитель и ЦАП с резистивной матрицей R-2R					
25.1	25. Дифференциальный усилитель на ОУ. Суммирующий усилитель и ЦАП с резистивной матрицей R-2R	Лек	5	1		
25.2	25. Дифференциальный усилитель на ОУ. Суммирующий усилитель и ЦАП с резистивной матрицей R-2R	Ср	5	5		

	Раздел 26. 26. Усилители мощности на ОУ. Источники питания на ОУ. Стабилизаторы положительного напряжения.					
26.1	26. Усилители мощности на ОУ. Источники питания на ОУ. Стабилизаторы положительного напряжения.	Лек	5	2		
26.2	26. Усилители мощности на ОУ. Источники питания на ОУ. Стабилизаторы положительного напряжения.	Лаб	5	4		
26.3	26. Усилители мощности на ОУ. Источники питания на ОУ. Стабилизаторы положительного напряжения.	Ср	5	5		
	Раздел 27. 27. Однополупериодный активный выпрямитель. Двухполупериодный активный выпрямитель. Активный ограничитель. Изучение работы точного выпрямителя					
27.1	27. Однополупериодный активный выпрямитель. Двухполупериодный активный выпрямитель. Активный ограничитель. Изучение работы точного выпрямителя	Лек	5	1		
27.2	27. Однополупериодный активный выпрямитель. Двухполупериодный активный выпрямитель. Активный ограничитель. Изучение работы точного выпрямителя	Лаб	5	4		
27.3	27. Однополупериодный активный выпрямитель. Двухполупериодный активный выпрямитель. Активный ограничитель. Изучение работы точного выпрямителя	Ср	5	2		

	Раздел 28. 28. Активный пиковый детектор. Устройство выборки-хранения. Логарифмический, антилогарифмический и функциональный преобразователи. Источники тока на операционных усилителей.					
28.1	28. Активный пиковый детектор. Устройство выборки-хранения. Логарифмический, антилогарифмический и функциональный преобразователи. Источники тока на операционных усилителей.	Лек	5	1		
28.2	28. Активный пиковый детектор. Устройство выборки-хранения. Логарифмический, антилогарифмический и функциональный преобразователи. Источники тока на операционных усилителей.	Лаб	5	6		
28.3	28. Активный пиковый детектор. Устройство выборки-хранения. Логарифмический, антилогарифмический и функциональный преобразователи. Источники тока на операционных усилителей.	Ср	5	2		
	Раздел 29. 29. Интегратор. Дифференциатор					
29.1	29. Интегратор. Дифференциатор	Лек	5	1		
29.2	29. Интегратор. Дифференциатор	Лаб	5	5		
29.3	29. Интегратор. Дифференциатор	Ср	5	2		
	Раздел 30. 30. Компаратор. Триггер Шмитта. Положительная обратная связь. Генератор треугольных колебаний.					
30.1	30. Компаратор. Триггер Шмитта. Положительная обратная связь. Генератор треугольных колебаний.	Лек	5	1		

30.2	30. Компаратор. Триггер Шмитта. Положительная обратная связь. Генератор треугольных колебаний.	Лаб	5	4		
30.3	30. Компаратор. Триггер Шмитта. Положительная обратная связь. Генератор треугольных колебаний.	Ср	5	3		
	Раздел 31. 31. Коэффициент усиления охваченного отрицательной обратной связи. Входное сопротивление усилителя охваченного отрицательной обратной связью по напряжению.					
31.1	31. Коэффициент усиления усилителя охваченного отрицательной обратной связью. Входное сопротивление усилителя охваченного отрицательной обратной связью по напряжению.	Лек	5	1		
31.2	31. Коэффициент усиления усилителя охваченного отрицательной обратной связью. Входное сопротивление усилителя охваченного отрицательной обратной связью по напряжению.	Лаб	5	4		
31.3	31. Коэффициент усиления усилителя охваченного отрицательной обратной связью. Входное сопротивление усилителя охваченного отрицательной обратной связью по напряжению.	Ср	5	3		
	Раздел 32. 32. Входное сопротивление усилителя охваченного отрицательной обратной связью по току. Выходное сопротивление усилителя охваченного отрицательной обратной связью.					

32.1	32. Входное сопротивление усилителя охваченного отрицательной обратной связью по току. Выходное сопротивление усилителя охваченного отрицательной обратной связью.	Лек	5	1		
32.2	32. Входное сопротивление усилителя охваченного отрицательной обратной связью по току. Выходное сопротивление усилителя охваченного отрицательной обратной связью.	Лаб	5	4		
32.3	32. Входное сопротивление усилителя охваченного отрицательной обратной связью по току. Выходное сопротивление усилителя охваченного отрицательной обратной связью.	Ср	5	3		
	Раздел 33. 33. Частотная коррекция усилителей с обратной связью и критерий устойчивости. Методы коррекции ОУ. Нескорректированные ОУ. Частотная характеристика цепи обратной связи и критерий устойчивости схемы					
33.1	33. Частотная коррекция усилителей с обратной связью и критерий устойчивости. Методы коррекции ОУ. Нескорректированные ОУ. Частотная характеристика цепи обратной связи и критерий устойчивости схемы	Лек	5	1		
33.2	33. Частотная коррекция усилителей с обратной связью и критерий устойчивости. Методы коррекции ОУ. Нескорректированные ОУ. Частотная характеристика цепи обратной связи и критерий устойчивости схемы	Лаб	5	4		
33.3	33. Частотная коррекция усилителей с обратной связью и критерий устойчивости. Методы коррекции ОУ. Нескорректированные ОУ. Частотная характеристика цепи обратной связи и критерий устойчивости схемы	Ср	5	2		

	Раздел 34. экзамен					
34.1	экзамен	Экзамен	5	27		

Образовательные технологии

Традиционная лекция, активное слушание, групповое решение задач, решение индивидуальных задач.

Список образовательных технологий

1	Дискуссионные технологии (форум, симпозиум, дебаты, аквариумная дискуссия, панельная дискуссия, круглый стол, фасилитированная и т.д.)
2	Информационные (цифровые) технологии
3	Активное слушание
4	Занятия с применением затрудняющих условий

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

Задание: Рассчитать коэффициент усиления усилителя охваченного отрицательной обратной связью

Способ аттестации: Письменная работа или опрос

Критерии оценки:

Баллы Критерии оценивания

Отлично(3 балла) Обучающийся полно и аргументировано отвечает на вопросы, обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, привести необходимые примеры, излагает материал последовательно и правильно

Хорошо(2) Обучающийся дает правильные ответы на вопросы, но допускает несущественные ошибки, которые сам же исправляет, не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения

Удовлетворительно(1) Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений заданных вопросов, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил, не умеет достаточно обосновать свои суждения и привести примеры, в изложенном материале есть ошибки

Неудовлетворительно(0) Обучающийся обнаруживает незнание ответа на вопросы, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл и неуверенно излагает материал

8.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

Задание: По заданной схеме. используя правила Кирхгофа, рассчитать величины токов, протекающих на указанных участках цепи

Способ аттестации: Письменная работа или опрос

Критерии оценки:

Баллы

Критерии оценивания

Отлично(3 балла) Обучающийся полно и аргументировано отвечает на вопросы, обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, привести необходимые примеры, излагает материал последовательно и правильно

Хорошо(2 балла) Обучающийся дает правильные ответы на вопросы, но допускает несущественные ошибки, которые сам же исправляет, не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения

Удовлетворительно(1 балл) Обучающийся обнаруживает знание и понимание

основных положений заданных вопросов, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил, не умеет достаточно обосновать свои суждения и привести примеры, в изложенном материале есть ошибки

Неудовлетворительно(0 баллов) Обучающийся обнаруживает незнание ответа на вопросы, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл и неуверенно излагает материал.

анализа данных в рамках поставленной задачи;

Задание: Вычислить импеданс заданной схемы, проанализировать частотную зависимость

Способ аттестации: Письменная работа и устный ответ

Критерии оценки:

Баллы Критерии оценивания

Отлично(3 балла) Обучающийся полно и аргументировано отвечает на вопросы, обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, привести необходимые примеры, излагает материал последовательно и правильно

Хорошо(2) Обучающийся дает правильные ответы на вопросы, но допускает несущественные ошибки, которые сам же исправляет, не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения

Удовлетворительно(1) Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений заданных вопросов, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил, не умеет достаточно обосновать свои суждения и привести примеры, в изложенном материале есть ошибки

Неудовлетворительно(0) Обучающийся обнаруживает незнание ответа на вопросы, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл и неуверенно излагает материал

Задание: Назовите основные отличия в характеристиках реального и идеального ОУ

Способ аттестации: Письменная работа или опрос

Критерии оценки:

Баллы Критерии оценивания

Отлично(3 балла) Обучающийся полно и аргументировано отвечает на вопросы, обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, привести необходимые примеры, излагает материал последовательно и правильно

Хорошо(2) Обучающийся дает правильные ответы на вопросы, но допускает несущественные ошибки, которые сам же исправляет, не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения

Удовлетворительно(1) Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений заданных вопросов, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил, не умеет достаточно обосновать свои суждения и привести примеры, в изложенном материале есть ошибки

Неудовлетворительно(0) Обучающийся обнаруживает незнание ответа на вопросы, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл и неуверенно излагает материал

8.3. Требования к рейтинг-контролю

Форма проведения экзамена: студенты, освоившие программу курса «Основы аналоговой электроники» могут получить оценку по итогам семестровой и

полусеместровой рейтинговой аттестации согласно «Положению о рейтинговой системе обучения ТвГУ» (протокол №8 от 30 апреля 2020 г.).

Если условия «Положения о рейтинговой системе ...» не выполнены, то экзамен сдается согласно «Положению о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) обучающихся по программам высшего образования ТвГУ» (протокол №11 от 28 апреля 2021 г.)

Изучение курса заканчивается зачетом в 4 семестре.

На первый модуль отводится 40 баллов, которые распределяются следующим образом:

Контрольная – до 10 баллов;
лабораторные работы - до 30 баллов.

На второй модуль отводится 60 баллов, которые распределяются следующим образом:

Контрольная – до 10 баллов;
лабораторные работы - до 50 баллов.

Зачет проводится в день, определенный деканатом в рамках расписания учебного процесса.

Студенты, набравшие в течение семестра 40 баллов получают «зачет» без выполнения дополнительных заданий, выносимых на зачет.

На зачете предлагается ответить на вопросы по курсу

Оценка знаний студентов в 5 семестре осуществляется по результатам успеваемости и оценивается по 100 – бальной системе.

- оценки по итогам текущего контроля (до 60 баллов)
контрольные работы - 10 баллов
лабораторные работы - 50 баллов
- оценки итоговых знаний в ходе экзамена (до 40 баллов).

Критерии оценки качества знаний для итогового контроля

«отлично» - 85-100 баллов : теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены.

«хорошо» -70-84 баллов : теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, предусмотренные программой обучения учебные задания частично выполнены.

«удовлетворительно» - 40 -69 баллов: теоретическое содержание курса освоено не полностью, с пробелами, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы частично, предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с ошибками.

«Неудовлетворительно» - Менее 40 баллов - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

Шифр	Литература
Л1.1	Миленина, Миленин, Электроника и схемотехника, Москва: Юрайт, 2024, ISBN: 978-5-534-06085-0, URL: https://urait.ru/bcode/538843
Л1.2	Новожилов, Схемотехника радиоприемных устройств, Москва: Юрайт, 2024, ISBN: 978-5-534-05574-0, URL: https://urait.ru/bcode/538779
Л1.3	Ивлев, Учебно-методический комплекс по дисциплине "Основы аналоговой электроники", Тверь, 2012, ISBN: , URL: http://texts.lib.tversu.ru/texts2/04302umk.pdf
Л1.4	Дуркин, Тырыкин, Белоруцкий, Схемотехника аналоговых электронных устройств, Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), 2019, ISBN: 978-5-7782-3937-1, URL: https://znanium.com/catalog/document?id=398003
Л1.5	Водовозов, Основы электроники, Москва: Инфра-Инженерия, 2019, ISBN: 978-5-9729-0346-7, URL: https://znanium.com/catalog/document?id=346721
Л1.6	Прохоров С. Г., Шиндор О. В., Аналоговая электроника в приборостроении. Руководство по решению задач, Санкт-Петербург: Лань, 2022, ISBN: 978-5-8114-3983-6, URL: https://e.lanbook.com/book/206738

9.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	: https://www.analog.com/ru/education/education-library/tutorials/analog-electronics.html#
Э2	: https://openedu.ru/course/eltech/AnalogCD

9.3.1 Перечень программного обеспечения

1	Adobe Acrobat Reader
2	Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
3	Google Chrome
4	WinDjView
5	OpenOffice
6	Mozilla Firefox
7	Cadence SPB/OrCAD
8	MATLAB R2012b

9.3.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (подписка на журналы)
2	ЭБС ТвГУ
3	ЭБС «Лань»
4	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
5	ЭБС «ЮРАИТ»

6	ЭБС «ZNANIUM.COM»
---	-------------------

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудит-я	Оборудование
3-216	комплект учебной мебели, компьютеры, коммутаторы, проектор
3-227	комплект учебной мебели, переносной ноутбук, проектор, экран
3-215	комплект учебной мебели, компьютеры, генератор, измерительная станция, контролер, многофункциональная плата, мультиметр, осциллограф, программный
3-4а	компьютеры, проектор, экран, переносной ноутбук, сумка для ноутбука, коммутатор, видеочамеры

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические указания по подготовке и выполнению лабораторных работ представлены в описаниях лабораторных работ.

Формы текущего контроля: проверка понимания ключевых понятий в форме письменного опроса, проверка конспектов лекций, краткий устный (выборочный) контроль.

- Указания по подготовке к занятиям лекционного типа:

Лекции по данной дисциплине проводятся как в классической форме, так и с использованием мультимедийных презентаций. Электронный конспект курса лекций предназначен для более глубокого усвоения материала путем иллюстрирования лекции схемами, таблицами, рисунками, фотографиями и т.п.

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, поэтому студентам рекомендуется перед очередной лекцией повторить материал предыдущей.

- Указания по подготовке к лабораторным занятиям:

Перед выполнением любой лабораторной работы необходимо самостоятельно проработать теоретический материал, обработку и интерпретацию данных. После выполнения лабораторной работы студент обязан сдать отчет о проделанной работе и ответить на контрольные вопросы.

- Методические указания по выполнению самостоятельной работы:

Самостоятельная работа студентов включает в себя выполнение практических заданий, самостоятельное изучение отдельных вопросов дисциплины. Самостоятельное изучение отдельных теоретических вопросов рекомендуется по основной, дополнительной и методической литературе, указанной в содержании рабочей программы.

Рейтинговый контроль каждого модуля включает в себя 4 вопроса из представленных ниже в различных комбинациях (вариантах). Максимальная оценка каждого ответа соответствует 5 баллам.

Контрольные вопросы по 1 модулю:

1. Резисторы. Устройство и основные параметры.
2. Источники тока и напряжения. Теорема об эквивалентном преобразовании.
3. Законы Кирхгофа.
4. Конденсаторы. Устройство и основные параметры.
5. Интегрирующие RC-цепи.
6. Дифференцирующие RC-цепи.
7. Индуктивность. Устройство и основные параметры.
8. Импеданс и частотный анализ реактивных схем.
9. RC-фильтр высоких частот. Амплитудно-частотная характеристика.
10. RC-фильтр низких частот. Амплитудно-частотная характеристика.
11. RC-фильтр высоких частот. Фазовая характеристика.
12. RC-фильтр низких частот. Фазовая характеристика.

Контрольные вопросы по 2 модулю:

1. Резонансные цепи. Амплитудно-частотные характеристики.
2. Обобщенная теорема Тевенина. Полупроводниковый диод. Устройство и основные параметры.
3. Однополупериодный и двухполупериодный выпрямители. Фильтрация в источниках питания.
4. Удвоитель напряжения. Диодная защита от экстратоков.
5. Биполярный транзистор. Устройство и принцип действия.
6. Биполярный транзистор. Основные параметры и правила работы.
7. Транзисторный ключ. Состояние насыщения.
8. Эмиттерный повторитель. Входное и выходное сопротивление.
9. Стабилизатор напряжения.
10. Смещение в эмиттерном повторителе.
11. Транзисторный источник тока.

Контрольные вопросы по 3 модулю:

1. Эффект Эрли и способы борьбы с ним.
2. Усилитель с общим эмиттером. Коэффициент усиления, входное и выходное сопротивление.
3. Модель Эберса-Молла и следствия из нее.
4. Модель Эберса-Молла и крутизна биполярного транзистора.
5. Модель Эберса-Молла и усилитель с заземленным эмиттером.
6. Смещение в усилителе с общим эмиттером.
7. Токовые зеркала. Масштабирование токов.
8. Двухтактные выходные каскады. Режим А, В и АВ.
9. Составной транзистор Дарлингтона. Основные параметры.
10. Составной транзистор Шиклаи. Основные параметры.
11. Дифференциальный усилитель. Коэффициент усиления дифференциального и синфазного сигналов.
12. Эффект Миллера и способы борьбы с ним.

Контрольные вопросы по 4 модулю:

1. Полевые транзисторы с р-n-переходом. Устройство и основные параметры.
2. Полевые транзисторы с изолированным затвором. Устройство и основные параметры.
3. Обогащенные и обедненные полевые транзисторы.
4. Характеристики полевых транзисторов.
5. Источник тока на полевом транзисторе.
6. Усилители на полевых транзисторах.
7. Сравнение крутизны полевых и биполярных транзисторов.
8. Истоковые повторители. Входное и выходное сопротивление.
9. Аналоговые ключи на полевых транзисторах.
10. Недостатки ключей на полевых транзисторах.
11. Усилители на КМОП полевых транзисторах.
12. Полевые транзисторы в качестве переменных резисторов.

Контрольные вопросы по 5 модулю:

1. Операционные усилители. Основные схемы включения.
2. Источники тока на операционных усилителях.
3. Основные отличия реального операционного усилителя от идеального.
4. Преобразователь ток-напряжение и дифференциальный усилитель на ОУ. Суммирующий усилитель.
5. Усилители мощности на ОУ.
6. Источники питания на ОУ.
7. Однополупериодный активный выпрямитель.

8. Двухполупериодный активный выпрямитель.
9. Активный ограничитель.
10. Активный пиковый детектор.
11. Устройство выборки-хранения.

Контрольные вопросы по 6 модулю:

1. Интегратор.
2. Дифференциатор.
3. Компаратор.
4. Триггер Шмитта.
5. Коэффициент усиления усилителя охваченного отрицательной обратной связью.
6. Входное сопротивление усилителя охваченного отрицательной обратной связью по напряжению. Пример.
7. Входное сопротивление усилителя охваченного отрицательной обратной связью по току. Пример.
8. Выходное сопротивление усилителя охваченного отрицательной обратной связью. Примеры.
9. Частотная коррекция усилителей с обратной связью и критерий устойчивости.
10. Методы коррекции ОУ. Нескорректированные ОУ.
11. Частотная характеристика цепи обратной связи и критерий устойчивости схемы.

Методические указания по подготовке и выполнению лабораторных работ представлены в описаниях лабораторных работ:

1. Изучение законов постоянного тока.
2. Изучение интегрирующих и дифференцирующих свойств RC цепей.
3. Исследование процессов переключения в катушке индуктивности.
4. Изучение работы диодного моста в качестве двухполупериодного выпрямителя.
5. Ограничитель напряжения.
6. Источник тока на транзисторах.
7. Усилитель напряжения на биполярном транзисторе.
8. Токовые зеркала.
9. Дифференциальные усилители.
10. Изучение эффекта Миллера.
11. Усилители напряжения на полевых транзисторах.
12. Изучение работы операционного усилителя.
13. Измерение характеристик операционного усилителя.
14. Стабилизаторы положительного напряжения.
15. Изучение работы точного выпрямителя.
16. Источники тока на операционных усилителях.
17. Генератор треугольных колебаний.

Программа итогового экзамена «Основы аналоговой электроники»:

1. Резисторы. Конденсаторы. Индуктивность. Устройство и основные параметры.
2. Источники тока и напряжения. Теорема об эквивалентном преобразовании.
3. Законы Кирхгофа.
4. Интегрирующие RC-цепи.
5. Дифференцирующие RC-цепи.
6. Импеданс и частотный анализ реактивных схем.
7. RC-фильтр высоких частот. Амплитудно-частотная характеристика и фазовая характеристика.

8. RC-фильтр низких частот. Амплитудно-частотная характеристика и фазовая характеристика.

9. Резонансные цепи. Амплитудно-частотные характеристики.

10. Полупроводниковый диод. Устройство и основные параметры.

11. Однополупериодный и двухполупериодный выпрямители. Фильтрация в источниках питания. Удвоитель напряжения. Диодная защита от экстратоков.

12. Биполярный транзистор. Устройство и принцип действия.

13. Биполярный транзистор. Основные параметры и правила работы.

14. Транзисторный ключ. Состояние насыщения.

15. Эмиттерный повторитель. Входное и выходное сопротивление.

16. Стабилизатор напряжения.

17. Смещение в эмиттерном повторителе.

18. Транзисторный источник тока.

19. Эффект Эрли и способы борьбы с ним.

20. Усилитель с общим эмиттером. Коэффициент усиления, входное и выходное сопротивление.

21. Модель Эберса-Молла и следствия из нее.

22. Модель Эберса-Молла и усилитель с заземленным эмиттером.

23. Смещение в усилителе с общим эмиттером.

24. Токовые зеркала. Масштабирование токов.

25. Двухтактные выходные каскады. Режим А, В и АВ.

26. Составной транзистор Дарлингтона и составной транзистор Шиклаи.

Основные параметры.

27. Дифференциальный усилитель. Коэффициент усиления дифференциального и синфазного сигналов.

28. Эффект Миллера и способы борьбы с ним.

29. Полевые транзисторы с р-n-переходом. Устройство и основные параметры.

30. Полевые транзисторы с изолированным затвором. Устройство и основные параметры.

31. Обогащенные и обедненные полевые транзисторы. Характеристики полевых транзисторов.

32. Источник тока на полевом транзисторе.

33. Усилители на полевых транзисторах. Сравнение крутизны полевых и биполярных транзисторов.

34. Истоковые повторители. Входное и выходное сопротивление.

35. Аналоговые ключи на полевых транзисторах. Недостатки ключей на полевых транзисторах.

36. Усилители на КМОП полевых транзисторах.

37. Полевые транзисторы в качестве переменных резисторов.

38. Операционные усилители. Основные схемы включения.

39. Источники тока на операционных усилителях.

40. Основные отличия реального операционного усилителя от идеального.

41. Преобразователь ток-напряжение и дифференциальный усилитель на ОУ.

42. Суммирующий усилитель.

43. Усилители мощности на ОУ.

44. Источники питания на ОУ.

45. Однополупериодный активный выпрямитель.

46. Двухполупериодный активный выпрямитель.

47. Активный ограничитель.

48. Активный пиковый детектор.

49. Устройство выборки-хранения.

50. Интегратор.

51. Дифференциатор.

52. Компаратор.

53. Триггер Шмитта.

54. Коэффициент усиления усилителя охваченного отрицательной обратной связью.

55. Входное сопротивление усилителя охваченного отрицательной обратной связью по напряжению. Пример.

56. Входное сопротивление усилителя охваченного отрицательной обратной связью по току. Пример.

57. Выходное сопротивление усилителя охваченного отрицательной обратной связью. Примеры.

58. Частотная коррекция усилителей с обратной связью и критерий устойчивости.

59. Методы коррекции ОУ. Нескорректированные ОУ.

60. Частотная характеристика цепи обратной связи и критерий устойчивости схемы.