

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 10.08.2023 16:34:35
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:

Руководитель ООП

Б.Б.Педько

«28»

июня

2022 г.



Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

Основы аналоговой электроники

Направление подготовки

03.03.03 Радиофизика

профиль

Физика и технология материалов и устройств радиоэлектроники

Для студентов

3,4 курса, очной формы обучения

Составитель: к.ф.-м.н. Макаров В.В.

Тверь, 2022

I. Аннотация

1. Цель и задачи дисциплины

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.

Цель данного курса – передача студенту необходимого объема знаний в области схемотехнического проектирования разнообразных аналоговых устройств.

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 использование компьютерного моделирования. В процессе моделирования

студенты более глубоко познают тонкости и особенности работы разнообразных полупроводниковых компонентов в экстремальных режимах и условиях.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Основы аналоговой электроники» изучается в модуле Радиофизика Блока 1. Дисциплины обязательной части учебного плана ООП.

Курс «Основы аналоговой электроники» излагается на третьем и четвертом курсе в шестом и седьмом семестрах и его главной задачей является создание фундаментальной базы знаний, на основе которой в дальнейшем можно развивать более углубленное и детализированное изучение остальных разделов электроники.

Для изучения дисциплины студент должен обладать знаниями из курсов:

- Механика
- Молекулярная физика
- Электричество и магнетизм
- Математический анализ

Для успешного освоения дисциплины студенты должны проявить способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин и готовность использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

3. Объем дисциплины: 8 зачетных единиц, 288 академических часов, в том числе:

контактная аудиторная работа: лекции 29 часа, лабораторные работы 87 часов;

самостоятельная работа: 172 часа, в том числе контроль 27 часов.

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности.	ОПК-1.1. Применяет базовые знания в области физико-математических наук для решения задач профессиональной деятельности. ОПК-1.2. Решает задачи профессиональной деятельности применяя базовые знания радиофизики.
ОПК-3. Способен использовать информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности.	ОПК-3.1. Использует информационные технологии для поиска, систематизации и анализа данных в рамках поставленной задачи;
ПК-2. Способен осуществлять техническое обслуживание радиоэлектронной аппаратуры.	ПК-2.3. Осуществляет настройку радиоэлектронной аппаратуры.
ПК-3. Способен осуществлять разработку радиоэлектронных средств.	ПК-3.2. Осуществляет моделирование радиоэлектронных средств с применением современных информационных технологий

5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения

Зачет в 6 семестре, экзамен в 7 семестре.

6. Язык преподавания: русский.

II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.

1. Для студентов очной формы обучения

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)				Самостоятельная работа, в том числе Контроль (час.)
		Лекции		Лабораторные работы		
		всего	в т.ч. ПП	всего	в т.ч. ПП	
Введение. Задачи курса. 1. Резисторы. Устройство и основные параметры. Маркировка, стандартные ряды номиналов. Вольтамперные	5	1				4

характеристики.						
2. Идеальные источники. Источники тока и напряжения. Передаточные функции. Законы Кирхгофа. Теорема Тевенина о эквивалентности. Изучение законов постоянного тока.	9	1		4		4
3. Конденсаторы. Устройство и основные параметры. Интегрирующие RC-цепи. Дифференцирующие RC-цепи. Изучение интегрирующих и дифференцирующих свойств RC цепей.	9	1		4		4
4. Индуктивность. Устройство и основные параметры. Трансформатор. Исследование процессов переключения в катушке индуктивности.	11	1		6		4
5. Импеданс и частотный анализ реактивных схем.	4.5	0.5				4
6. RC-фильтр высоких частот. RC-фильтр низких частот. Амплитудно-частотная характеристики. Фазовая характеристики.	5	1				4
7. Резонансные цепи. Амплитудно-частотные характеристики. Обобщенная теорема Тевенина.	4.5	0.5				4
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.	11	1		6		4
9. Диодные ограничители, измерители температуры, функциональные преобразователи. Диодная защита от экстратоков.	5	1				4
10. Биполярный транзистор. Устройство и принцип действия. Основные параметры и правила работы. Простая модель транзистора в низкочастотных цепях. Транзисторный ключ. Состояние	5	1				4

насыщения.						
11. Эмиттерный повторитель. Входное и выходное сопротивление. Стабилизатор напряжения. Смещение в эмиттерном повторителе. Ограничитель напряжения.	10	1		4		5
12. Транзисторный источник тока. Эффект Эрли и способы борьбы с ним. Источник тока на транзисторах.	9	1		4		4
13. Усилитель с общим эмиттером. Коэффициент усиления, входное и выходное сопротивление. Смещение в усилителе с общим эмиттером. Усилитель напряжения на биполярном транзисторе.	10	1		4		5
14. Модель Эберса-Молла. Крутизна биполярного транзистора. Усилитель с заземленным эмиттером.	5	1				4
15. Токовые зеркала. Масштабирование токов. Двухтактные выходные каскады. Режим А, В и АВ. Токовые зеркала.	5	1				4
16. Составной транзистор Дарлингтона. Составной транзистор Шиклаи. Основные параметры.	4.5	0.5				4
17. Дифференциальный усилитель. Коэффициент усиления дифференциального и синфазного сигналов. Эффект Миллера и способы борьбы с ним. Дифференциальные усилители. Изучение эффекта Миллера.	16	1		10		5
18. Полевые транзисторы с р-п-переходом. Полевые транзисторы с изолированным затвором. Устройство и основные параметры.	5	1				4
19. Обогащенные и обедненные полевые	5.5	0.5				5

транзисторы. Входные и выходные характеристики полевых транзисторов.						
20. Источник тока на полевом транзисторе. Усилители на полевых транзисторах. Сравнение крутизны полевых и биполярных транзисторов. Усилители напряжения на полевых транзисторах.	10	1		4		5
21. Истоковые повторители. Входное и выходное сопротивление. Аналоговые ключи на полевых транзисторах. Недостатки ключей на полевых транзисторах.	4.5	0.5				4
22. Усилители на КМОП полевых транзисторах. Полевые транзисторы в качестве переменных резисторов.	6	1				5
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.	9	1		4		4
24. Основные отличия реального операционного усилителя от идеального. Источники тока на операционных усилителях. Преобразователь ток-напряжение. Измерение характеристик операционного усилителя.	10	1		4		5
25. Дифференциальный усилитель на ОУ. Суммирующий усилитель и ЦАП с резистивной матрицей R-2R.	6	1				5
26. Усилители мощности на ОУ. Источники питания на ОУ. Стабилизаторы положительного напряжения.	10	1		4		5
27. Однополупериодный активный	9	1		4		4

выпрямитель. Двухполупериодный активный выпрямитель. Активный ограничитель. Изучение работы точного выпрямителя.						
28. Активный пиковый детектор. Устройство выборки-хранения. Логарифмический, антилогарифмический и функциональный преобразователи. Источники тока на операционных усилителях.	10	1		4		5
29. Интегратор. Дифференциатор.	10.5	0.5		5		5
30. Компаратор. Триггер Шмитта. Положительная обратная связь. Генератор треугольных колебаний.	9.5	0.5		4		5
31. Коэффициент усиления усилителя охваченного отрицательной обратной связью. Входное сопротивление усилителя охваченного отрицательной обратной связью по напряжению.	10	1		4		5
32. Входное сопротивление усилителя охваченного отрицательной обратной связью по току. Выходное сопротивление усилителя охваченного отрицательной обратной связью.	9	1		4		4
33. Частотная коррекция усилителей с обратной связью и критерий устойчивости. Методы коррекции ОУ. Нескорректированные ОУ. Частотная характеристика цепи обратной связи и критерий устойчивости схемы	8.5	0.5		4		4
экзамен	27					27
итого	288	29		87		172

III. Образовательные технологии

Учебная программа-наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
Введение. Задачи курса. 1. Резисторы. Устройство и основные параметры. Маркировка, стандартные ряды номиналов.	<i>Лекции</i>	<i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i>

Вольтамперные характеристики.		
2. Идеальные источники. Источники тока и напряжения. Передаточные функции. Законы Кирхгофа. Теорема Тевенина о эквивалентности. Изучение законов постоянного тока.	<i>Лекции, лабораторные работы, выполнение индивидуальных заданий в рамках самостоятельной работы</i>	<i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i>
3. Конденсаторы. Устройство и основные параметры. Интегрирующие RC-цепи. Дифференцирующие RC-цепи. Изучение интегрирующих и дифференцирующих свойств RC цепей.	<i>Лекции, лабораторные работы, выполнение индивидуальных заданий в рамках самостоятельной работы</i>	<i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i>
4. Индуктивность. Устройство и основные параметры. Трансформатор. Исследование процессов переключения в катушке индуктивности.	<i>Лекции, лабораторные работы, выполнение индивидуальных заданий в рамках самостоятельной работы</i>	<i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i>
5. Импеданс и частотный анализ реактивных схем.	<i>Лекции</i>	<i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i>
6. RC-фильтр высоких частот. RC-фильтр низких частот. Амплитудно-частотная характеристики. Фазовая характеристики.	<i>Лекции</i>	<i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i>
7. Резонансные цепи. Амплитудно-частотные характеристики. Обобщенная теорема Тевенина.	<i>Лекции</i>	<i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i>
8. Полупроводниковый диод. Устройство и основные параметры. Вольтамперные характеристики диодов различных типов. Диодные выпрямители. Фильтрация в	<i>Лекции, лабораторные работы, выполнение индивидуальных заданий в рамках самостоятельной работы</i>	<i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i>

источниках питания. Изучение работы диодного моста в качестве двухполупериодного выпрямителя.		
9. Диодные ограничители, измерители температуры, функциональные преобразователи. Диодная защита от экстратоков.	<i>Лекции</i>	<i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i>
10. Биполярный транзистор. Устройство и принцип действия. Основные параметры и правила работы. Простая модель транзистора в низкочастотных цепях. Транзисторный ключ. Состояние насыщения.	<i>Лекции</i>	<i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i>
11. Эмиттерный повторитель. Входное и выходное сопротивление. Стабилизатор напряжения. Смещение в эмиттерном повторителе. Ограничитель напряжения.	<i>Лекции, лабораторные работы, выполнение индивидуальных заданий в рамках самостоятельной работы</i>	<i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i>
12. Транзисторный источник тока. Эффект Эрли и способы борьбы с ним. Источник тока на транзисторах.	<i>Лекции, лабораторные работы, выполнение индивидуальных заданий в рамках самостоятельной работы</i>	<i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i>
13. Усилитель с общим эмиттером. Коэффициент усиления, входное и выходное сопротивление. Смещение в усилителе с общим эмиттером. Усилитель напряжения на биполярном транзисторе.	<i>Лекции, лабораторные работы, выполнение индивидуальных заданий в рамках самостоятельной работы</i>	<i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i>
14. Модель Эберса-Молла. Крутизна биполярного транзистора. Усилитель с заземленным эмиттером.	<i>Лекции</i>	<i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i>

<p>15. Токовые зеркала. Масштабирование токов. Двухтактные выходные каскады. Режим А, В и АВ.</p>	<p><i>Лекции</i></p>	<p><i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i></p>
<p>16. Составной транзистор Дарлингтона. Составной транзистор Шиклаи. Основные параметры.</p>	<p><i>Лекции</i></p>	<p><i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i></p>
<p>17. Дифференциальный усилитель. Коэффициент усиления дифференциального и синфазного сигналов. Эффект Миллера и способы борьбы с ним.</p> <p>Дифференциальные усилители.</p> <p>Изучение эффекта Миллера.</p>	<p><i>Лекции, лабораторные работы, выполнение индивидуальных заданий в рамках самостоятельной работы</i></p>	<p><i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i></p>
<p>18. Полевые транзисторы с р-р-переходом. Полевые транзисторы с изолированным затвором. Устройство и основные параметры.</p>	<p><i>Лекции</i></p>	<p><i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i></p>
<p>19. Обогащенные и обедненные полевые транзисторы. Входные и выходные характеристики полевых транзисторов.</p>	<p><i>Лекции</i></p>	<p><i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i></p>
<p>20. Источник тока на полевом транзисторе. Усилители на полевых транзисторах. Сравнение крутизны полевых и биполярных транзисторов.</p> <p>Усилители напряжения на полевых транзисторах.</p>	<p><i>Лекции, лабораторные работы, выполнение индивидуальных заданий в рамках самостоятельной работы</i></p>	<p><i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i></p>
<p>21. Истоковые повторители. Входное и выходное сопротивление. Аналоговые ключи на полевых транзисторах. Недостатки ключей на полевых транзисторах.</p>	<p><i>Лекции</i></p>	<p><i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i></p>

<p>22. Усилители на КМОП полевых транзисторах. Полевые транзисторы в качестве переменных резисторов.</p>	<p><i>Лекции</i></p>	<p><i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i></p>
<p>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.</p> <p>Изучение работы операционного усилителя.</p>	<p><i>Лекции, лабораторные работы, выполнение индивидуальных заданий в рамках самостоятельной работы</i></p>	<p><i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i></p>
<p>24. Основные отличия реального операционного усилителя от идеального. Источники тока на операционных усилителях. Преобразователь ток-напряжение. Измерение характеристик операционного усилителя.</p>	<p><i>Лекции, лабораторные работы, выполнение индивидуальных заданий в рамках самостоятельной работы</i></p>	<p><i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i></p>
<p>25. Дифференциальный усилитель на ОУ. Суммирующий усилитель и ЦАП с резистивной матрицей R-2R.</p>	<p><i>Лекции</i></p>	<p><i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i></p>
<p>26. Усилители мощности на ОУ. Источники питания на ОУ.</p> <p>Стабилизаторы положительного напряжения.</p>	<p><i>Лекции, лабораторные работы, выполнение индивидуальных заданий в рамках самостоятельной работы</i></p>	<p><i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i></p>
<p>27. Однополупериодный активный выпрямитель. Двухполупериодный активный выпрямитель. Активный ограничитель.</p> <p>Изучение работы точного выпрямителя.</p>	<p><i>Лекции, лабораторные работы, выполнение индивидуальных заданий в рамках самостоятельной работы</i></p>	<p><i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i></p>

<p>28. Активный пиковый детектор. Устройство выборки-хранения. Логарифмический, антилогарифмический и функциональный преобразователи. Источники тока на операционных усилителей.</p>	<p><i>Лекции, лабораторные работы, выполнение индивидуальных заданий в рамках самостоятельной работы</i></p>	<p><i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i></p>
<p>29. Интегратор. Дифференциатор.</p>	<p><i>Лекции, лабораторные работы, выполнение индивидуальных заданий в рамках самостоятельной работы</i></p>	<p><i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i></p>
<p>30. Компаратор. Триггер Шмитта. Положительная обратная связь. Генератор треугольных колебаний.</p>	<p><i>Лекции, лабораторные работы, выполнение индивидуальных заданий в рамках самостоятельной работы</i></p>	<p><i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i></p>
<p>31. Коэффициент усиления усилителя охваченного отрицательной обратной связью. Входное сопротивление усилителя охваченного отрицательной обратной связью по напряжению.</p>	<p><i>Лекции, лабораторные работы, выполнение индивидуальных заданий в рамках самостоятельной работы</i></p>	<p><i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i></p>
<p>32. Входное сопротивление усилителя охваченного отрицательной обратной связью по току. Выходное сопротивление усилителя охваченного отрицательной обратной связью.</p>	<p><i>Лекции, лабораторные работы, выполнение индивидуальных заданий в рамках самостоятельной работы</i></p>	<p><i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i></p>
<p>33. Частотная коррекция усилителей с обратной связью и критерий устойчивости. Методы коррекции ОУ. Нескорректированные ОУ. Частотная характеристика цепи обратной связи и критерий устойчивости схемы</p>	<p><i>Лекции, лабораторные работы, выполнение индивидуальных заданий в рамках самостоятельной работы</i></p>	<p><i>Традиционная лекция, активное слушание. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.</i></p>

IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

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.)

Для проведения текущей и промежуточной аттестации:

ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности:

ОПК-1.1. Применяет базовые знания в области физико-математических наук для решения задач профессиональной деятельности.

ОПК-1.2. Решает задачи профессиональной деятельности применяя базовые знания радиофизики.

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

Способ аттестации: *Письменная работа или опрос*

Критерии оценки:

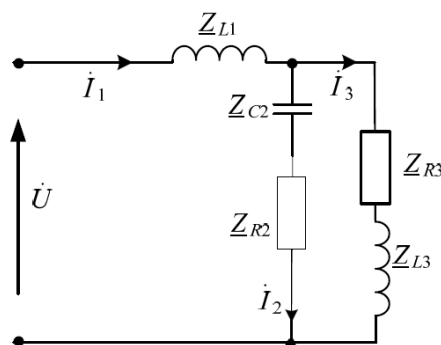
Баллы	Критерии оценивания
<i>Отлично(3 балла)</i>	<i>Обучающийся полно и аргументировано отвечает на вопросы, обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, привести необходимые примеры, излагает материал последовательно и правильно</i>
<i>Хорошо(2 балла)</i>	<i>Обучающийся дает правильные ответы на вопросы, но допускает несущественные ошибки, которые сам</i>

	<i>же исправляет, не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения</i>
Удовлетворительно(1 балл)	<i>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</i>
Неудовлетворительно(0 баллов)	<i>Обучающийся обнаруживает незнание ответа на вопросы, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл и неуверенно излагает материал</i>

ОПК-3. Способен использовать информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности:

ОПК-3.1. Использует информационные технологии для поиска, систематизации и 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)	<i>Обучающийся полно и аргументировано отвечает на вопросы, обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, привести необходимые примеры, излагает материал последовательно и правильно</i>
Хорошо(2)	<i>Обучающийся дает правильные ответы на вопросы,</i>

	<i>но допускает несущественные ошибки, которые сам же исправляет, не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения</i>
Удовлетворительно(1)	<i>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</i>
Неудовлетворительно(0)	<i>Обучающийся обнаруживает незнание ответа на вопросы, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл и неуверенно излагает материал</i>

ПК-2. Способен осуществлять техническое обслуживание радиоэлектронной аппаратуры:

ПК-2.3. Осуществляет настройку радиоэлектронной аппаратуры.

Задание: Назовите основные отличия в характеристиках реального и идеального ОУ

Способ аттестации: Письменная работа или опрос

Критерии оценки:

Баллы	Критерии оценивания
Отлично(3 балла)	<i>Обучающийся полно и аргументировано отвечает на вопросы, обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, привести необходимые примеры, излагает материал последовательно и правильно</i>
Хорошо(2)	<i>Обучающийся дает правильные ответы на вопросы, но допускает несущественные ошибки, которые сам же исправляет, не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения</i>
Удовлетворительно(1)	<i>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</i>

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

ПК-3. Способен осуществлять разработку радиоэлектронных средств:

ПК-3.2. Осуществляет моделирование радиоэлектронных средств с применением современных информационных технологий.

Задание: *Рассчитать коэффициент усиления усилителя охваченного отрицательной обратной связью*

Способ аттестации: *Письменная работа или опрос*

Критерии оценки:

Баллы	Критерии оценивания
Отлично(3 балла)	<i>Обучающийся полно и аргументировано отвечает на вопросы, обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, привести необходимые примеры, излагает материал последовательно и правильно</i>
Хорошо(2)	<i>Обучающийся дает правильные ответы на вопросы, но допускает несущественные ошибки, которые сам же исправляет, не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения</i>
Удовлетворительно(1)	<i>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</i>
Неудовлетворительно(0)	<i>Обучающийся обнаруживает незнание ответа на вопросы, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл и неуверенно излагает материал</i>

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1) Рекомендуемая литература

а) обязательная литература

1. Водовозов, А.М. Основы электроники: учебное пособие / А.М. Водовозов. - Москва-Вологда : Инфра-Инженерия, 2016. - 140 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444184>

б) дополнительная литература

1. Орлова М.Н. Схемотехника [Электронный ресурс] : курс лекций / М.Н. Орлова, И.В. Борзых. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2016. — 83 с. — 978-5-87623-981-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64201.html>

2) Программное обеспечение

а) Лицензионное программное обеспечение

1. ОС Windows 7-10
2. OrCAD 16.5

б) Свободно распространяемое программное обеспечение

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- 1.ЭБС«ZNANIUM.COM» www.znanium.com;
- 2.ЭБС «Университетская библиотека онлайн»<https://biblioclub.ru/>;
- 3.ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

- 1) <https://www.analog.com/ru/education/education-library/tutorials/analog-electronics.html#>
- 2) <https://openedu.ru/course/eltech/AnalogCD/>

VI. 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-п-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-п-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.

VII. Материально-техническое обеспечение

<p>Помещение для самостоятельной работы, учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, практики, Компьютерный класс № 216 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)</p>	<p>1. Компьютер INT Allegro, монитор Benq 24" GL2460 – 10 шт. 2. Коммутатор D-Link DGS-1008D (2 шт) 4. Проектор Beng MW523 DLP с потолочным креплением и проекционным экраном 5. Комплект учебной мебели 6. Переносной ноутбук</p>	<p>Microsoft Windows 10 Enterprise. MS Office 365 pro plus Kaspersky Endpoint Security для Windows Архиватор 7-Zip - бесплатно Acrobat Reader DC - бесплатно Google Chrome – бесплатно Unreal Commander - бесплатно Почта Outlook – бесплатно Origin 8.1 Sr2 - договор №13918/M41 от 24.09.2009 с ЗАО «СофтЛайн Трейд»; Python 3.4.3 – бесплатно Python 3.5.1 (Anaconda3 2.5.0 64 bit) - бесплатно Mathcad 15 M010 - Акт предоставления прав IC00000027 от 16.09.2011; Cadence SPB/OrCAD 16.6 - Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009</p>
<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования</p>	<p>1. Проектор Panasonic PT-VW340ZE 2. экран ScreenMedia 3. Ноутбук (переносной) 4. Комплект учебной мебели</p>	<p>Microsoft Windows 10 Enterprise MS Office 365 pro plus Acrobat Reader DC - бесплатно Google Chrome – бесплатно</p>

<p>(выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, Лекционная аудитория № 227 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)</p>	<p>на 60 посадочных мест 5. Меловая доска</p>	
<p>Базовая учебная лаборатория общей физики. Лаборатория физики жидких кристаллов № 215 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)</p>	<p>1 Монитор 15" TFT Proview (3 шт) 3 Компьютер:(процессор-i5-2400+ монитор LG Flatron 4 Монитор Dell 1300488-00 5 Системный блок Intel Original LGA775/Asus/DDR2 1024Mb/Segate SATA-11 80Gb/вентилятор ISoc-775 6 Генератор National Instruments 1300488-00 7 Измерительная станция PXI на базе оборудования National Instruments 1300488-00 8 Контролер National Instruments 1300488-00 9 Многофункциональная плата National Instruments 1300488-00 10 Мультиметр National Instruments 1300488-00 11 Осциллограф National Instruments 1300488-00 12 Программный источник питания National Instruments 1300488-00</p>	<p>Microsoft Windows 10 Enterprise. MS Office 365 pro plus Kaspersky Endpoint Security для Windows Архиватор 7-Zip - бесплатно Acrobat Reader DC - бесплатно Google Chrome – бесплатно Почта Outlook – бесплатно Origin 8.1 Sr2 - договор №13918/M41 от 24.09.2009 с ЗАО «СофтЛайн Трейд»;</p>

VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№ п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.			
2.			