



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра радиофизики и радиоэлектроники



Декан Буднев Н.М.

«17» апреля 2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины (модуля) **Б1.В.ДВ.01.01 Аналоговая схемотехника**

Направление подготовки **09.03.02 Информационные процессы и системы**

Направленность (профиль) подготовки **Электронный инжиниринг**

Квалификация выпускника – **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Согласовано с УМК физического факультета

Протокол №42 от «15» апреля 2024 г.

Председатель Буднев Н.М.

Рекомендовано кафедрой радиофизики и радиоэлектроники:

Протокол № 8 от «08» апреля 2024 г.

И.О. зав. кафедрой Колесник С.Н.

Иркутск 2024 г.

Содержание

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	3
II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО	3
III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	3
IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	4
4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	5
4.3. Содержание учебного материала.....	6
4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	7
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС).....	7
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	8
4.5. Примерная тематика курсовых работ	8
V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
6.1. Учебно-лабораторное оборудование:.....	9
6.2. Программное обеспечение:	9
6.3. Технические и электронные средства:	9
VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	9
VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	9

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель курса

Целью преподавания дисциплины «Аналоговая схемотехника» является изучение основ схемотехники аналоговых устройств и методов их анализа.

Задачи курса

Задачи курса - формирование у студентов знаний и умений, позволяющих осуществлять схемотехническое проектирование радиоэлектронных устройств, обеспечивающих аналоговую обработку сигналов.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Для изучения дисциплины необходимы базовые знания по следующим предметам: «Общая физика», «Основы радиоэлектроника», «Радиотехнические сигналы и цепи», , базовая математическая подготовка.

Полученные знания используются в научно-исследовательской работе студентов, при прохождении производственной и преддипломной практик, при выполнении выпускной квалификационной работы и в дальнейшей профессиональной деятельности.

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки **09.03.02 Информационные процессы и системы**.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-2 <i>Способен разрабатывать и тестировать аналоговые и цифровые радиоэлектронные устройства</i>	ИДК ПК-2.1 <i>Разрабатывает и тестирует аналоговые радиоэлектронные устройства</i>	Знать: особенности математического описания аналоговых элементов и устройств Уметь: использовать современные компьютерные сети, программные продукты и ресурсы для изучения основ построения и функционирования аналоговых элементов и устройств Владеть: навыками расчета характеристик и параметров аналоговых элементов и устройств

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов,
Форма промежуточной аттестации: экзамен

4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Лекция	Лабораторные	Консультация	Самостоятельная работа	Форма контроля
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Линейные цепи под воздействием импульсных сигналов	8	20,2		2	8	0,2	10	Отчет по теории, отчет по результатам лабораторной работы
2	Выпрямители на диодах		6,0		4			2	Устный опрос
3	Амплитудные ограничители		30,4		6	14	0,4	10	Отчет по теории, отчет по результатам лабораторной работы
4	Транзисторные ключи		7,0		4			3	Устный опрос
5	Триггеры		6,0		4			2	Устный опрос
6	Генераторы		28,4		4	14	0,4	10	Отчет по теории, отчет по результатам лабораторной работы

4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
1	Линейные цепи под воздействием импульсных сигналов	Работа с учебником, справочной литературой, первоисточниками, конспектом		10	Отчет по теории, отчет по результатам лабораторной работы	Источники из основной и из дополнительной литературы; Самостоятельный поиск литературы на образовательных ресурсах, доступные по логину и паролю, предоставляемым Научной библиотекой ИГУ
2	Выпрямители на диодах			2	Устный опрос	
3	Амплитудные ограничители			10	Отчет по теории, отчет по результатам лабораторной работы	
4	Транзисторные ключи			3	Устный опрос	
5	Триггеры			2	Устный опрос	
6	Генераторы			10	Отчет по теории, отчет по результатам лабораторной работы	
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				37		

4.3. Содержание учебного материала

Введение

Принципы построения, особенности функционирования и области применения аналоговых устройств.

Раздел 1. Линейные цепи под воздействием импульсных сигналов

1.1. Линейные цепи под воздействием импульсных сигналов

Раздел 2. Выпрямители на диодах

2.1. Вольт-амперная характеристика реального диода и ее аппроксимация.

2.2. Однополупериодная схема выпрямителя с емкостной нагрузкой.

2.3. Двухполупериодные схемы выпрямителей со средней точкой и мостовая.

2.4. Умножители напряжения на диодах.

Раздел 3. Амплитудные ограничители

3.1. Разновидности, общие характеристики, принцип действия, применение.

3.2. Ограничители на полупроводниковых диодах последовательного и параллельного типов, статический режим, выбор элементов. Переходные процессы. Двусторонние ограничители.

3.3. Ограничители на основе операционного усилителя с нелинейной обратной связью.

3.4. Динамическое смещение в схемах с разделительной емкостью. Фиксаторы уровня.

Раздел 4. Транзисторные ключи

4.1. Ключи на биполярных транзисторах. Активный режим. Режимы отсечки и насыщения.

4.2. Частотные и переходные характеристики ключей на биполярных транзисторах.

4.3. Способы повышения быстродействия ключей на биполярных транзисторах.

4.4. Ключи на полевых транзисторах. Разновидности и особенности ключей на полевых транзисторах.

4.5. Частотные и переходные характеристики ключей на полевых транзисторах.

4.6. Ключи с динамической (нелинейной) нагрузкой.

4.7. Аналоговые и логические КМОП ключи.

4.8. Мощные ключи. Биполярный транзистор с изолированным затвором.

Раздел 5. Триггеры

5.1. Получение гистерезисной передаточной характеристики.

5.2. Триггер Шмитта на операционном усилителе и его использование в качестве компаратора и формирователя прямоугольных импульсов.

5.3. Триггер Шмитта на транзисторах.

5.4. Симметричный триггер на транзисторах и триггер на транзисторах с разным типом проводимости.

5.5. Триггер на полевых транзисторах на основе КМОП ключей.

5.6. Триггеры на основе логических элементов.

Раздел 6. Генераторы

6.1. Автоколебательные и ждущие мультивибраторы на основе операционного усилителя.

6.2. Генераторы импульсов на интегральном таймере.

6.3. Генераторы с использованием линии задержки.

6.4. Кварцевый генератор на логических элементах.

6.5. Генераторы линейно - изменяющегося напряжения. Принцип работы. Коэффициент нелинейности.

6.6. Генераторы с емкостной отрицательной обратной связью, с компенсирующей ЭДС и с токостабилизирующим элементом.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/ п	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоем- кость (час.)		Оценочные средства	Формируемые комп.
			Всего часов	Из них практическая		
1	2	3	4	5	6	7
		Лабораторные работы			Отчет по теории, отчет по результатам лабораторно й работы	ПК-2 ИДК _{ПК-2.1}
1	1	Линейные цепи под воздействием импульсных сигналов	8			
2	3	Амплитудные ограничители	14			
3	6	Генераторы линейно - изменяющегося напряжения	14			

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	2	3	4	5
1	Двухполупериодные схемы выпрямителей со средней точкой и мостовая. Умножители напряжения на диодах.	Повторение и углубленное изучение учебного материала лекции, литературы, Интернет - ресурсов	ПК-2	ИДК _{ПК-2.1}
2	Ключи на биполярных транзисторах. Активный режим. Режимы отсечки и насыщения.			
3	Ключи с динамической нагрузкой. Аналоговые и логические КМОП ключи. Мощные ключи. Биполярный транзистор с изолированным затвором.			
4	Работа с прерываниями, организация циклов.			
5	Триггеры на основе логических элементов.			
6	Генераторы с емкостной отрицательной обратной связью, с компенсирующей ЭДС и с токостабилизирующим элементом.			

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа бакалавров – индивидуальная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства преподавателя (научного руководителя (консультанта)), в ходе которой бакалавр активно воспринимает, осмысливает полученную информацию, решает теоретические и практические задачи. В процессе проведения самостоятельной работы формируется компетенция ПК-2. Контроль самостоятельной работы проводится на лабораторных занятиях.

4.5. Примерная тематика курсовых работ

Выполнение курсовых работ не предусмотрено учебным планом

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает доступ к электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины (модуля).

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

Обучающимся обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей).

а) перечень литературы

1. Искусство схемотехники [Текст] : научное издание / П. Хоровиц, У. Хилл ; пер. с англ. Б. Н. Бронина [и др.]. - 7-е изд. - М. : Бином, 2014. - 704 с. : ил. ; 24 см. - Предм.-имен. указ.: с. 701-702. - Пер. изд. : The art of electronics / Paul Horowitz, Winfield Hill. - second edition. - Cambridge(Ma). - ISBN 978-5-9518-0351-1
2. Аналоговая и цифровая электроника [Текст] : полный курс: Учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" / Ю. Ф. Опадчий, О. П. Глудкин, А. И. Гуров; Под ред. О. П. Глудкина. - М. : Горячая линия-Телеком, 2005. - 768 с. : ил. ; 20 см. - (Учебник для высших учебных заведений. Полный курс). - Библиогр.: с. 763. - ISBN 5-93517-002-7
3. Основы электроники, радиотехники и связи [Текст] : учеб. пособие / А. Д. Гуменюк [и др.] ; ред. Г. Д. Петрухин. - М. : Горячая линия - Телеком, 2008. - 480 с. ; 21 см. - (Учебное пособие для вузов). - ISBN 978-5-9912-0029-5

б) периодические издания

в) список авторских методических разработок

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ИГУ http://library.isu.ru/ru/resources/edu_resources/index.html
2. БД книг и продолжающихся изданий http://ellibnb.library.isu.ru/cgi-bin/irbis64r_15/cgiirbis_64.htm?LNG=&C21COM=F&I21DBN=IRCAT&P21DBN=IRCAT
3. Электронная библиотечная система «Издательство «Лань» <http://e.lanbook.com>

4. Электронная библиотечная система «РУКОНТ» <http://rucont.ru>

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Практикум организован на специализированных лабораторных макетах. В практикуме используются аналоговые осциллографы, измерительный генератор, цифровой электронный вольтметр.

Рабочее место преподавателя включает необходимую аппаратуру для проведения теоретических занятий и демонстраций, оснащено мультимедийным проектором, персональным компьютером.

6.2. Программное обеспечение:

1. ABBY PDF Transformer 3.0 Пакет из 10 неименных лицензий Per Seat (10лиц.) EDU. Код позиции: AT30-1S1P10-102 Котировка № 03-165-11 от 23.11.2011. Бессрочно.

2. Microsoft OfficeProPlus 2013 RUS OLP NL Acdmс. Контракт № 03-013-14 от 08.10.2014.Номер Лицензии Microsoft 45936786. Бессрочно.

3. WinPro10 Rus Upgrd OLP NL Acdmс. Сублицензионный договор № 502 от 03.03.2017 Счет № ФРЗ- 0003367 от 03.03.2017 Акт № 4496 от 03.03.2017 Лицензия № 68203568. Бессрочно.

4. Kaspersky Free (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: <http://www.kaspersky.ru/free-antivirus/> . Бессрочно.

5. ПО и «MATLAB + SIMULINK» Лицензия № 03-013-17 от 25.06.2017 от 25.06.2017. Бессрочно.

6.3. Технические и электронные средства:

Мультимедийный проектор, экран, меловая или маркерная доска.

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Используется интерактивный метод ведения лекционных и лабораторных занятий (обратная связь с аудиторией). Лабораторные работы ведутся групповым методом. Результаты работ коллективно обсуждаются.

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Текущий контроль осуществляется на практических и лабораторных занятиях в виде устного или письменного опроса и направлен на выявление сформированности компетенций ПК-2.

Параметры оценочного средства для защиты лабораторных работ

Критерии оценки	Оценка / баллы			
	Отлично	Хорошо	Удовлетв.	Неудовл.
Выполнение заданий	Полностью и корректно оформлен отчет, сделаны выводы. При защите показано всестороннее и глубокое знание материала.	В целом отчет оформлен корректно, сделаны выводы, но имеются незначительные недостатки. При защите студент показывает понимание материала,	Отчет оформлен полностью. Имеются замечания по оформлению, выводы сделаны не полностью. При защите - суждения поверхностны, содержат ошибки, примеры не приводятся, ответы	Отчет не оформлен. Отчет оформлен со значительными замечаниями, выводы не полные, при защите студент с трудом формулирует свои мысли, не приводит примеры, не дает ответа на

		приводит примеры, но испытывает затруднения с выводами, однако достаточно полно отвечает на дополнительные вопросы.	на дополнительные вопросы не уверенные.	дополнительные вопросы.
--	--	---	---	-------------------------

Перечень примерных вопросов для защиты лабораторных работ:

Лабораторная работа 1. " Линейные цепи под воздействием импульсных сигналов ":

1. Схематично изобразите -АЧХ ДЦ и ИЦ. Что называется частотой среза? Где лежат области частот входных каналов, для которых будет выполняться дифференцирование и интегрирование? Какая связь между ДЦ, ИЦ и ФНЧ, ФВЧ?

2. Как определить задержку срабатывания порогового устройства с порогом U_n выходе ДЦ (ИЦ) с постоянной времени τ при поступлении на вход скачка напряжения?

3. Как определить величину спада ΔU высоты импульса длительностью τ_u на выходе разделительной цепи?

4. Изобразите схемы дифференцирующего и интегрирующего каскадов на ОУ. Укажите назначение элементов схемы. Какие основные преимущества заключаются в использовании ОУ при дифференцировании сигналов?

5. Как выбирается постоянная времени τ для активных ДЦ и ИЦ по сравнению с τ пассивных цепей?

6. Каковы АЧХ идеальных интегратора и дифференциатора? Почему они не могут быть реализованы на практике?

7. В чем причина неустойчивости работы активных ДЦ и ИЦ? Как устраняется этот недостаток?

8. Какова причина малой чувствительности активных дифференцирующих и интегрирующих устройств к изменению нагрузки?

9. Какими свойствами должна обладать идеальная ЛЗ?

10. По какой схеме обычно выполняются ЛЗ и почему? В чем состоят отличия реальной ЛЗ от идеальной?

11. Как оценить длительность нарастания (спада) импульса (фронта импульса) на выходе ЛЗ по АЧХ?

12. Почему необходимо согласовывать внутреннее сопротивление ЛЗ с источником сигнала и нагрузкой? Что будет в случае рассогласования?

Лабораторная работа 2. " Амплитудные ограничители ":

1. Объясните принцип работы диодных ограничителей.

2. Какая зависимость называется характеристикой ограничителя?

3. Чем определяются уровни ограничения в одностороннем и двустороннем диодных ограничителях?

4. Объясните влияние конечной величины прямого и обратного сопротивлений полупроводниковых диодов на форму выходного напряжения в диодных ограничителях.

5. Объясните принцип действия и укажите основные характеристики интегрального компаратора.

6. Объясните принцип работы транзисторного ограничителя,

7. Как выбирается положение рабочей точки на семействе выходных вольтамперных характеристик транзистора для симметричного двухстороннего ограничения? Объясните, за счет чего происходит ограничение сверху и снизу.

8. Как рассчитать уровни ограничения у транзисторного ограничителя?

9. Каковы преимущества и недостатки транзисторных ограничителей по сравнению с диодными?

10. Объясните принцип работы диодного фиксатора уровня. Чем определяется величина фиксирующего уровня напряжения?

12. В чем состоит суть явлений динамического смещения и какие существуют меры для его уменьшения?

Лабораторная работа 3. " Генераторы линейно - изменяющегося напряжения ":

1. Изобразите временные диаграммы напряжений на входе, в точке "а", на базе и эмиттере транзистора T_2 для генератора с положительной обратной связью.

2. Объясните принцип работы генератора с положительной обратной связью.

3. Каким образом в генераторе с положительной обратной связью достигается высокая линейность рабочего хода?

4. Какие причины оказывают влияние на нелинейность рабочего хода в генераторе с положительной обратной связью?

5. Какую роль в схеме играет диод D_1 ?

6. Чем определяется длительность обратного хода $T_{обр}$ в генераторе положительной обратной связью?

7. Чем определяется скорость изменения напряжения рабочего хода в генераторе с положительной обратной связью и как ее измерить?

8. Объясните принцип действия генератора с токостабилизирующим транзистором.

9. Чем определяется скорость пилообразного напряжения V и его размах T_p в генераторе с токостабилизирующим транзистором?

10. Чем определяется частота пилообразного напряжения в генераторе с токостабилизирующим транзистором?

11. От чего зависит нелинейность рабочего хода в генераторе с токостабилизирующим транзистором?

12. Изобразите диаграммы напряжений на электродах транзисторов генератора с токостабилизирующим транзистором и поясните их.

13. Как изменяется форма выходного напряжения в генераторе, изображенном на рис. 4.4 при изменении коэффициента деления делителя R_{13} , R_{14} ?

14. Как можно измерить величину тока разряда конденсатора через токостабилизирующий транзистор?

15. От чего зависит длительность рабочего хода генератора с токостабилизирующим транзистором и как ее можно регулировать?

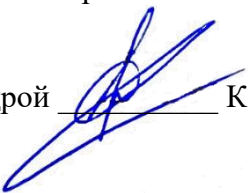
Форма промежуточного контроля – зачет. Зачет выставляется по итогам изучения дисциплины в течение семестра при условии положительных результатов защиты всех лабораторных работ, предусмотренных программой. Промежуточная аттестация направлена на проверку сформированности компетенций ПК-2 и проводится в форме зачета.

Разработчик:

доцент, Колесник С.Н.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению и профилю подготовки **09.03.02 Информационные процессы и системы**.

Программа рассмотрена на заседании кафедры радиофизики и радиоэлектроники
«08» апреля 2024 г. протокол № 8

И.О. зав. кафедрой  Колесник С.Н.

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.