

Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

УО «ГГТУ» им. П.О.Сухого»

О.Д. Асенчик

«03» 10. 2014

Регистрационный № УДг-194-5/р.

СХЕМОТЕХНИКА АНАЛОГОВЫХ УСТРОЙСТВ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

1-36 04 02

«Промышленная электроника»

Факультет автоматизированных и информационных систем

Кафедра Промышленная электроника

Курс (курсы) 2

Семестр (семестры) 4

Лекции 51
(количество часов)

Экзамен -
(семестр)

Практические (семинарские)
занятия -
(количество часов)

Зачет 4
(семестр)

Лабораторные
занятия 34
(количество часов)

Курсовая работа (проект) 4
(семестр)

Аудиторных часов
по учебной дисциплине 85
(количество часов)

Всего часов
по учебной дисциплине 144
(количество часов)

Форма получения
высшего образования дневная

Составил Ю.А. Козусев
(И.О. Фамилия, ученая степень, ученое звание)

2014

КОНТРОЛЬНЫЙ ЭКЗЕМПЛЯР

Учебная программа составлена на основе учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Схемотехника аналоговых устройств» для специальности 1-36 04 02 Промышленная электроника, № УД-818/уч от 13.02.2014.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Промышленная электроника»

28.08.2014, протокол №1

(дата, номер протокола)

Заведующий кафедрой

Юр

(подпись)

Ю.В. Крышнев

(И.О. Фамилия)

Одобрена и рекомендована к утверждению научно-методическим советом факультета автоматизированных и информационных систем

08.04.2014 №1

(дата, номер протокола)

Председатель

Селиверстов

(подпись)

Г.И. Селиверстов

(И.О. Фамилия)

1. Пояснительная записка

Учебная программа по дисциплине «Схемотехника аналоговых устройств» для студентов дневной формы обучения специальности I степени высшего образования 1-36 04 02 «Промышленная электроника» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого» разработана в соответствии с учебной программой учреждения высшего образования № УД-818/уч от 13.02.2014.

1.1. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является изучение основных схемотехнических решений при проектировании устройств аналоговой электроники.

Задачи учебной дисциплины:

- приобретение знаний о принципах построения усилительных устройств на дискретных полупроводниковых приборах и аналоговых микросхемах;
- изучение методов проектирования типовых устройств аналоговой электроники и анализа электрических процессов, протекающих в электронных цепях.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен знать:

- типовые электронные цепи и сигналы, их параметры и характеристики;
- основные схемотехнические методы проектирования усилительных устройств;

– свойства линейных систем с отрицательной обратной связью;

уметь характеризовать:

- основные схемные решения электронных усилителей и преобразователей электрических сигналов;

– номенклатуру параметров современных электронных приборов;

– электрические процессы в аналоговых устройствах;

уметь анализировать:

– свойства и характеристики типовых радиоэлектронных схем;

– влияние отрицательной обратной связи на свойства линейных систем;

приобрести навыки:

– производить расчет схем однокаскадных усилителей на транзисторах, предварительных усилителей, усилителей мощности, источников тока;

– производить анализ схем с отрицательной обратной связью;

– проектировать аналоговые электронные устройства на дискретных элементах и интегральных микросхемах.

– работы с технической литературой, справочниками, стандартами, технической документацией по электронным приборам.

Освоение учебной дисциплины согласно стандарту специальности должно обеспечить формирование следующих компетенций:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения

теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.

АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

АК-10. Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.

АК-11. Применять соответствующий физико-математический аппарат, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в физике, химии, экологии для решения проблем, возникших в ходе профессиональной деятельности.

АК-11. Владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации с использованием компьютерной техники.

АК-12. Владеть основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.

СЛК-1. Обладать качествами гражданственности.

СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике.

СЛК-6. Уметь работать в команде.

ПК-13. Разрабатывать технические задания на проектируемый объект, выбирать структуру и элементную базу радиоэлектронных средств промышленной электроники, рассчитывать и анализировать режимы работы как отдельных узлов, так и изделия в целом.

ПК-14. В составе группы специалистов или самостоятельно разрабатывать конструкторскую документацию на проектируемое устройство промышленной электроники.

ПК-18. Анализировать и оценивать собранные данные.

ПК-20. Готовить доклады, материалы к презентациям.

ПК-25. Писать научные статьи, готовить доклады, оформлять заявки на изобретения.

Изучение дисциплины «Схемотехника аналоговых устройств» опирается на материал дисциплин «Материалы и компоненты электронной техники», «Физические основы электронной техники», «Теория электрических цепей», «Электронные приборы» учебного плана специальности 1-36 04 02 «Промышленная электроника» I ступени высшего образования. Знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины «Схемотехника аналоговых устройств», будут полезны при изучении цикла общепрофессиональных и специальных дисциплин учебного плана специальности 1-36 04 02 «Промышленная

электроника» I степени высшего образования, а также при изучении цикла дисциплин специальной подготовки учебного плана специальности 1-53 80 01 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» II степени высшего образования.

Программа дисциплины «Схемотехника аналоговых устройств» рассчитана на объем 144 часа учебных занятий, из них аудиторных – 85 часов. Распределение аудиторных часов по видам занятий: лекций – 51 час, лабораторных работ – 34 часа.

2. Содержание учебного материала

2.1. Лекционные занятия

№ п.п.	Наименование темы, содержание лекции	Объем в часах
4-й семестр		
Раздел 1. Основные параметры и характеристики усилителей		
1.1	Классификация электрических сигналов и электронных цепей. Обобщенные схемы усилителей: – обобщенная схема усилителя с источником напряжения, управляемым напряжением (ИНУН); – обобщенная схема усилителя с источником тока, управляемым током (ИТУТ); – обобщенная схема усилителя с источником тока, управляемым напряжением (ИТУН). Особенности и сравнительные характеристики обобщенных схем.	2
1.2	Передаточная функция усилителя. Классификация усилителей по виду амплитудно-частотной характеристики (АЧХ). Коэффициент линейных искажений. Цепи связи в усилителях, ослабляющие низшие частоты. Цепи связи в усилителях, ослабляющие высшие частоты. Обобщенные АЧХ и фазочастотные характеристики (ФЧХ) усилителей. Логарифмические АЧХ. Асимптотические ЛАЧХ. Построение ЛАЧХ многокаскадных усилителей. Переходная характеристика усилителей. Амплитудная характеристика. Динамический диапазон. Коэффициент нелинейных искажений. Графо-аналитический метод расчета параметров усилителей.	2
Раздел 2. Однокаскадные усилители на биполярных транзисторах		
2.1	Усилитель на транзисторе в схеме включения с общей базой. Расчет по постоянному току. Статическая и динамическая линии нагрузки (СЛН и ДЛН). Временные диаграммы сигналов. Малосигнальная схема замещения усилителя на основе Т-образной физической модели биполярного транзистора.	2
2.2	Параметры линеаризованной модели: входное сопротивление, коэффициенты усиления по току, напряжению и мощности, выходное сопротивление, удельная крутизна. Анализ усилителя в области низших и высших частот, АЧХ.	2
2.3	Усилитель на транзисторе в схеме включения с общим эмиттером. Расчет по постоянному току – схемы с фиксированным потенциалом базы, с фиксированным током базы. Схемы с повышенной стабильностью точки покоя: эмиттерная стабилизация тока транзистора и	2

	коллекторная стабилизация напряжения на коллекторе транзистора	
2.4	Линии нагрузки и временные диаграммы сигналов. Анализ линейной малосигнальной схемы замещения усилителя. Параметры и характеристики	2
2.5	Эмиттерный повторитель напряжения – усилитель на биполярном транзисторе в схеме включения с общим коллектором. Расчет по постоянному току. Линии нагрузки и временные диаграммы сигналов. Анализ линейной малосигнальной схемы замещения. Параметры и характеристики. Особенности эмиттерного повторителя как схемы с 100% отрицательной обратной связью. Варианты схем замещения эмиттерного повторителя.	2
2.6	Примеры применения эмиттерных повторителей для согласования источника сигнала и нагрузки: –усилителя в схеме включения с общим эмиттером и эмиттерным повторителем; –параметрический стабилизатор напряжения с эмиттерным повторителем. Эмиттерный повторитель в области низких частот (НЧ) и в области высоких частот (ВЧ). Анализ усилителя при работе на емкостную нагрузку.	2
2.7	Сравнительный анализ различных усилительных каскадов на биполярных транзисторах. Оценка предельного усиления однокаскадных усилителей на биполярных транзисторах. Влияние сопротивлений источника сигнала и сопротивления нагрузки на параметры усилителей.	2
2.8	Источники стабильного тока на дискретных биполярных транзисторах, их параметры и характеристики. Расчет источников тока. Схемотехнические методы повышения точности и стабильности: термостабилизация и термокомпенсация. Источники стабильного тока на дискретных полевых транзисторах.	2
2.9	Применение источников стабильного тока: –усилитель на биполярном транзисторе в схеме включения с общим эмиттером с динамической нагрузкой; –эмиттерный повторитель с динамической нагрузкой; –параметрический стабилизатор напряжения с источником стабильного тока.	2
2.10	Эффект Миллера в инвертирующих усилителях. Способы снижения влияния эффекта Миллера на АЧХ. Схемы с уменьшенной проходной емкостью – каскод и каскод с эмиттерной связью.	2
Раздел 3. Усилители на полевых транзисторах.		
3.1	Усилители на полевых транзисторах. Методы задания точки покоя, схемы с автосмещением. Статическая и динамическая линии нагрузки, временные диаграммы сигналов. Усилитель на полевом транзисторе (ПТ) с общим истоком. Истоковый повторитель. Графо-аналитический метод расчета параметров усилителей класса А на полевых транзисторах. Малосигнальные схемы замещения. Параметры усилителей.	2
Раздел 4. Усилители мощности.		
4.1	Классификация усилителей мощности, угол отсечки. Классы усилителей А, В, АВ, С, D, Е, комбинированные классы. Усилители мощности класса А. Усилители класса А на биполярных и полевых транзисторах. Ана-	2

	лиз энергетических параметров, баланс мощностей, КПД. Анализ эмиттерных и истоковых повторителей напряжения как усилителей мощности класса А. Усилители мощности класса А с динамической нагрузкой. Трансформаторные и дроссельные усилители мощности класса А.	
4.2	Усилители мощности класса В. Двухтактные усилители. Анализ энергетических параметров. Зависимость мощности на коллекторе от амплитуды сигнала, определение экстремума. Выбор транзисторов по предельным параметрам, тепловой расчет.	2
4.3	Двухтактные усилители мощности класса АВ, схемотехника, параметры и характеристики. Усилители мощности звуковой частоты.	2
Раздел 5. Дифференциальные и операционные усилители.		
5.1	Усилители постоянного тока (УПТ). Стабильность точки покоя. Балансные схемы. Дифференциальный усилитель. Расчет по постоянному току. Дифференциальный и синфазный сигналы. Параметры ДУ для дифференциального сигнала: входное сопротивление, коэффициент усиления.	2
5.2	Параметры ДУ для синфазного сигнала. Анализ дифференциального усилителя при совместном действии дифференциального и синфазного сигналов. Коэффициент ослабления синфазного сигнала	2
5.3	Операционные усилители (ОУ). Функциональное назначение, основные параметры и характеристики.	1
Раздел 6. Общая теория отрицательной обратной связи.		
6.1	Общая теория отрицательной обратной связи. Отрицательная обратная связь в усилителях. Коэффициент передачи системы с отрицательной обратной связью, оценка погрешности. Типы обратных связей: по току, по напряжению, последовательная, параллельная, комбинированная, линейная и нелинейная, частотно-зависимая.	2
6.2	Влияние последовательной и параллельной по напряжению и току обратной связи на входное и выходное сопротивление усилителя. Влияние отрицательной обратной связи на АЧХ, линейные искажения сигнала в системах с отрицательной обратной связью. Влияние отрицательной обратной связи на амплитудную характеристику.	2
Раздел 7. Усилители на интегральных ОУ.		
7.1	Усилители на интегральных операционных усилителях. Повторитель напряжения на ОУ. Неинвертирующий усилитель на ОУ. Инвертирующий усилитель на ОУ.	4
Раздел 8. Резонансные усилители и фильтры.		
8.1	Резонансные усилители и фильтры. Пассивные фильтры: низких, высоких частот, полосовые. Резонансные контура. Избирательные усилители. Активные фильтры.	2
Раздел 9. Функциональные усилители и преобразователи		
9.1	Функциональные усилители и преобразователи. Дифференциальные усилители, сумматоры аналоговых сигналов. Интегрирующие и дифференцирующие усилители. Функциональные усилители на основе ОУ с нелинейными обратными связями	2
Раздел 10. Генераторы гармонических колебаний		
10.1	Генераторы гармонических колебаний. Генераторы гармониче-	2

	ских колебаний с резонансными контурами. Принципы построения. Условия самовозбуждения, мягкое и жесткое самовозбуждение. Генераторы гармонических колебаний RC-типа. Принципы построения, баланс фаз, баланс амплитуд.	
Итого:		51 ✓

2.2. Лабораторные занятия

№ п.п.	Наименование темы, содержание занятия	Объем в часах
4-й семестр		
1	Исследование однокаскадного усилителя на биполярном транзисторе в схеме включения с общей базой	2
2	Исследование усилителей на биполярном транзисторе в схеме включения с общим эмиттером.	4
3	Исследование эмиттерного повторителя напряжения.	2
4	Исследование усилителя на полевом транзисторе в схеме с общим истоком.	2
5	Исследование истокового повторителя напряжения.	2
6	Усилители мощности	4
7	Дифференциальный усилитель	4
8	Исследование параметров операционных усилителей.	8
9	Исследование интегратора	2
10	Исследование дифференциатора	2
11	Исследование импульсных схем на операционных усилителях	2
Итого:		34 ✓

2.3. Курсовая работа

Цель курсовой работы: развитие навыков проектирования функционально-законченного типового устройства промышленной электроники. В соответствии с индивидуальным заданием проектируется устройство на основе ОУ с мощным выходным каскадом для работы на заданную нагрузку, включая расчет тепловых режимов дискретных элементов и блока питания. Работа рассчитана на 34 часа.

Примерный перечень тем курсовых работ

1. Спроектировать избирательный усилитель на заданную частоту с трансформаторным выходным каскадом класса А.
2. Спроектировать усилитель мощности звукового диапазона частот заданной выходной мощности с выходным каскадом класса АВ.
3. Спроектировать генератор гармонических колебаний RC-типа на заданный диапазон частот с выходным каскадом класса В.

3. Учебно-методическая карта дисциплины

Номер раздела, темы	Название раздела, темы.	Количество аудиторных часов						Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа магистранта	Иное	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
4-й семестр								
1.	Основные параметры и характеристики усилителей (8 ч.)	4			4			экзамен, защита л/р
1.1	Классификация электрических сигналов и электронных цепей. Обобщенные схемы усилителей: –обобщенная схема усилителя с источником напряжения, управляемым напряжением (ИНУН); –обобщенная схема усилителя с источником тока, управляемым током (ИТУТ); –обобщенная схема усилителя с источником тока, управляемым напряжением (ИТУН). Особенности и сравнительные характеристики обобщенных схем.	2			2			экзамен, защита л/р
1.2	Передаточная функция усилителя. Классификация усилителей по виду амплитудно-частотной характеристики (АЧХ). Коэффициент линейных искажений. Цепи связи в усилителях, ослабляющие низшие частоты. Цепи связи в усилителях, ослабляющие высшие частоты. Обобщенные АЧХ и фазочастотные характеристики (ФЧХ) усилителей. Логарифмические АЧХ. Асимптотические ЛАЧХ. Построение ЛАЧХ многокаскадных усилителей. Переходная характеристика усилителей. Амплитудная характеристика. Динамический диапазон. Коэффициент нелинейных искажений. Графо-аналитический метод расчета параметров усилителей.	2			2			экзамен, защита л/р
2.	Однокаскадные усилители на биполярных транзисторах (28 ч.).	20			8			экзамен, защита л/р

2.1	Усилитель на транзисторе в схеме включения с общей базой. Расчет по постоянному току. Статическая и динамическая линии нагрузки (СЛН и ДЛН). Временные диаграммы сигналов. Малосигнальная схема замещения усилителя на основе T-образной физической модели биполярного транзистора.	2			2		экзамен, защита л/р
2.2	Параметры линеаризованной модели: входное сопротивление, коэффициенты усиления по току, напряжению и мощности, выходное сопротивление, удельная крутизна. Анализ усилителя в области низших и высших частот, АЧХ.	2					экзамен
2.3	Усилитель на транзисторе в схеме включения с общим эмиттером. Расчет по постоянному току – схемы с фиксированным потенциалом базы, с фиксированным током базы. Схемы с повышенной стабильностью точки покоя: эмиттерная стабилизация тока транзистора и коллекторная стабилизация напряжения на коллекторе транзистора	2			2		экзамен, защита л/р
2.4	Линии нагрузки и временные диаграммы сигналов. Анализ линейной малосигнальной схемы замещения усилителя. Параметры и характеристики	2			2		экзамен, защита л/р
2.5	Эмиттерный повторитель напряжения – усилитель на биполярном транзисторе в схеме включения с общим коллектором. Расчет по постоянному току. Линии нагрузки и временные диаграммы сигналов. Анализ линейной малосигнальной схемы замещения. Параметры и характеристики. Особенности эмиттерного повторителя как схемы с 100% отрицательной обратной связью. Варианты схем замещения эмиттерного повторителя.	2			2		экзамен, защита л/р
2.6	Примеры применения эмиттерных повторителей для согласования источника сигнала и нагрузки: –усилители в схеме включения с общим эмиттером и эмиттерным повторителем; –параметрический стабилизатор напряжения с эмиттерным повторителем. Эмиттерный повторитель в области низких частот (НЧ) и в области высоких частот (ВЧ). Анализ усилителя при работе на емкостную нагрузку.	2					
2.7	Сравнительный анализ различных усилительных каскадов на биполярных транзисторах. Оценка предельного усиления однокаскадных усилителей на биполярных транзисторах. Влияние сопротивлений источника сигнала и сопротивления нагрузки на параметры усилителей.	2					
2.8	Источники стабильного тока на дискретных биполярных транзисторах, их параметры и характеристики. Расчет источников тока. Схемотехнические методы повышения точности и стабильности: термостабилизация и термокомпенсация. Источники стабильного тока на дискретных полевых транзисторах.	2					

2.9	<p>Применение источников стабильного тока:</p> <ul style="list-style-type: none"> –усилитель на биполярном транзисторе в схеме включения с общим эмиттером с динамической нагрузкой; –эмиттерный повторитель с динамической нагрузкой; –параметрический стабилизатор напряжения с источником стабильного тока. 	2					
2.10	Эффект Миллера в инвертирующих усилителях. Способы снижения влияния эффекта Миллера на АЧХ. Схемы с уменьшенной проходной емкостью – каскод и каскод с эмиттерной связью.	2					
3.	Усилители на полевых транзисторах (6 ч.)	2			4		экзамен, защита л/р
3.1	<p>Усилители на полевых транзисторах. Методы задания точки покоя, схемы с авто-смещением. Статическая и динамическая линии нагрузки, временные диаграммы сигналов.</p> <p>Усилитель на полевом транзисторе (ПТ) с общим истоком. Истоковый повторитель. Графо-аналитический метод расчета параметров усилителей класса А на полевых транзисторах. Малосигнальные схемы замещения. Параметры усилителей.</p>	2			4		экзамен, защита л/р
4.	Усилители мощности (10 ч.)	6			4		экзамен, защита л/р, курс. раб.
4.1	<p>Классификация усилителей мощности, угол отсечки. Классы усилителей А, В, АВ, С, D, Е, комбинированные классы.</p> <p>Усилители мощности класса А.</p> <p>Усилители класса А на биполярных и полевых транзисторах. Анализ энергетических параметров, баланс мощностей, КПД. Анализ эмиттерных и истоковых повторителей напряжения как усилителей мощности класса А. Усилители мощности класса А с динамической нагрузкой. Трансформаторные и дроссельные усилители мощности класса А.</p>	2			1		экзамен, защита л/р, курс. раб.
4.2	Усилители мощности класса В. Двухтактные усилители. Анализ энергетических параметров. Зависимость мощности на коллекторе от амплитуды сигнала, определение экстремума. Выбор транзисторов по предельным параметрам, тепловой расчет.	2			1		экзамен, защита л/р, курс. раб.
4.3	Двухтактные усилители мощности класса АВ, схемотехника, параметры и характеристики. Усилители мощности звуковой частоты.	2			2		экзамен, защита л/р, курс. раб.

5.	Дифференциальные и операционные усилители (9 ч.)	5			4		экзамен, защита л/р, курс. раб.
5.1	Усилители постоянного тока (УПТ). Стабильность точки покоя. Балансные схемы. Дифференциальный усилитель. Расчет по постоянному току. Дифференциальный и синфазный сигналы. Параметры ДУ для дифференциального сигнала: входное сопротивление, коэффициент усиления.	2			2		экзамен, защита л/р, курс. раб.
5.2	Параметры ДУ для синфазного сигнала. Анализ дифференциального усилителя при совместном действии дифференциального и синфазного сигналов. Коэффициент ослабления синфазного сигнала	2			1		экзамен, защита л/р, курс. раб.
5.3	Операционные усилители (ОУ). Функциональное назначение, основные параметры и характеристики.	1			1		экзамен, защита л/р, курс. раб.
6.	Общая теория отрицательной обратной связи (8 ч.)	4			4		экзамен, защита л/р
6.1	Общая теория отрицательной обратной связи. Отрицательная обратная связь в усилителях. Коэффициент передачи системы с отрицательной обратной связью, оценка погрешности. Типы обратных связей: по току, по напряжению, последовательная, параллельная, комбинированная, линейная и нелинейная, частотнозависимая.	2			2		экзамен, защита л/р, курс. раб.
6.2	Влияние последовательной и параллельной по напряжению и току обратной связи на входное и выходное сопротивление усилителя. Влияние отрицательной обратной связи на АЧХ, линейные искажения сигнала в системах с отрицательной обратной связью. Влияние отрицательной обратной связи на амплитудную характеристику.	2			2		экзамен, защита л/р, курс. раб.
7.	Усилители на интегральных ОУ (8 ч.)	4			4		экзамен, защита л/р, курс. раб.
7.1	Усилители на интегральных операционных усилителях. Повторитель напряжения на ОУ. Неинвертирующий усилитель на ОУ. Инвертирующий усилитель на ОУ.	4			4		экзамен, защита л/р, курс. раб.
8.	Резонансные усилители и фильтры (2 ч.)	2					экзамен
8.1	Резонансные усилители и фильтры. Пассивные фильтры: низких, высоких частот,	2					экзамен

	полосовые. Резонансные контура. Избирательные усилители. Активные фильтры.						
9.	Функциональные усилители и преобразователи (4 ч.)	2		2			экзамен, защита л/р
9.1	Функциональные усилители и преобразователи. Дифференциальные усилители, сумматоры аналоговых сигналов. Интегрирующие и дифференцирующие усилители. Функциональные усилители на основе ОУ с нелинейными обратными связями.	2		2			экзамен, защита л/р
10.	Генераторы гармонических колебаний (2 ч.)	2					экзамен
10.1	Генераторы гармонических колебаний. Генераторы гармонических колебаний с резонансными контурами. Принципы построения. Условия самовозбуждения, мягкое и жесткое самовозбуждение. Генераторы гармонических колебаний RC-типа. Принципы построения, баланс фаз, баланс амплитуд.	2					экзамен

4. Информационно-методическая часть

4.1. Основная литература

1. Ткаченко Ф.А. Электронные приборы и устройства: учебник/ Ф.А. Ткаченко – М: Новое знание; М.: ИНФРА–М, 2011. –628с.
2. Аналоговая и цифровая электроника. Ю.Ф.Опадчий, О.П.Глудкин, А.И. Гуров– М: 2000. –768 с.
3. Остапенко Г. С. Усилительные устройства. М., Радио и связь, 1989.
4. Лачин В.И. Электроника: учебное пособие/ В.И. Лачин, И.С.Савёлов.–Изд. 8–е, Ростов-на-Дону. Феникс, 2010. –703 с.
5. Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого–цифровых электронных устройств/ Г.И. Волович. – 2-е изд. испр. – Москва: Додэка–XXI, 2007.– 528с.
6. Красько А.С. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2005. 178 с.
7. Павлов В.Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебник для вузов/ Павлов В.Н, Ногин В.Н – 2-е изд. исправ. – М: Горячая линия –Телеком, 2001 –320с.
8. Малахов В.П. Схемотехника аналоговых устройств. Учебник/ В.П. Малахов – Одесса : АстроПринт, 2000. – 212с.
9. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника: Справочное руководство: Пер. с нем.–М.: Мир, 1982.–512с.: ил.
10. Фолкенберри Л. Применение операционных усилителей и линейных ИС: Пер. с англ. –М: Мир, 1985 –572 с.
11. Д. Крекрафт, С Джерджли. Аналоговая электроника. Схемы, системы, обработка сигнала. Москва: Техносфера, 2005 – 360с.
12. А. Дж. Пейтон, В. Волш. Аналоговая электроника на операционных усилителях – М.: БИНОМ, 1994, –352с.
13. Шкритек П. Справочное руководство по звуковой схемотехнике: Пер. с нем.. – М.: Мир, 1991. – 446с.: ил.

4.2. Дополнительная литература

1. Сиберт, У. М. Цепи, сигналы, системы. В 2 ч. / У. М. Сиберт ; пер. с англ. – М. : Мир, 1988.
2. Хоровиц П. Искусство схемотехники. В 2 т. / П. Хоровиц, У. Хилл; пер. с англ. – 2-е изд. – М. : Мир, 1984.
3. Достал, И. Операционные усилители / И. Достал ; пер. с англ. – М. : Мир, 1982.
4. Джонс, М. Х. Электроника : практич. курс / М. Х. Джонс ; пер. с англ. – М. : Постмаркет, 1999.
5. Гомоюнов, К. К. Транзисторные цепи : учеб. пособие для вузов / К. К. Гомоюнов. – СПб. : ВХО–Петербург, 2002.

4.3. Учебно-методические комплексы

1. Козусев Ю.А. Электронный учебно-методический комплекс по дисциплине «Аналоговая электроника»: ГГТУ имени П.О.Сухого, 2011.

4.4. Перечень компьютерных программ и других пособий, методических указаний и материалов, технических средств обучения

1. Ю. А. Козусев. Методические указания к лабораторным занятиям по курсу "Электронные цепи непрерывного действия", часть 1, для студентов специальности 20.05. Гомель. ГПИ. 1990. № 1352

2. Ю. А. Козусев. Методические указания к лабораторным занятиям по курсу "Электронные цепи непрерывного действия", часть 2, для студентов специальности 20.05. Гомель. ГПИ. 1993. № 1831

3. Ю. А. Козусев. Практическое пособие к лабораторным занятиям по теме "Исследование усилителей мощности" курса "Электронные цепи непрерывного действия" для студентов специальности Т.07.02. Гомель. ГПИ. 1997. № 2147

4. Ю. А. Козусев, С. Н. Кухаренко. Практическое руководство к лабораторным занятиям по курсу "Электронные цепи непрерывного действия", для студентов специальности Т.07.02. 01. Часть 3- Гомель. ГГТУ. 1999. № 2390.

5. Проектирование усилителей мощности: практ. рук. к выполнению курсовой работы по курсу «Электронные цепи непрерывного действия» для студентов специальности 36 04 02 «Промышленная электроника» днв. и заочн. форм обучения / Ю. А. Козусев. – Гомель: ГГТУ им П.О.Сухого, 2005. № 3144.

6. Лабораторный практикум по дисциплине «Аналоговая электроника» (электронный вариант).

Список литературы сверен [подпись] / Крамова М.В.

5. Протокол согласования учебной программы по изучаемой учебной дисциплине с другими дисциплинами специальности

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1	2	3	4
1. Теория электрических цепей	ТОЭ	нет <i>V. V. V.</i>	28.08.2014, прот. №4
2. Материалы и компоненты электронной техники	Промышленная электроника	нет <i>Ю. В.</i>	28.08.2014, прот. №1
3. Физические основы электронной техники	Промышленная электроника	нет <i>Ю. В.</i>	28.08.2014, прот. №1
4. Электронные приборы	Промышленная электроника	нет <i>Ю. В.</i>	28.08.2014, прот. №7

Зав. кафедрой _____

Ю. В.

Ю.В. Крышнев

(ФИО, подпись)