Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»

Институт электронных и информационных систем

Кафедра проектирования и технологии радиоаппаратуры

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭИС
_____ А.Ю. Эминов
«____» _____ 2017 г.

СХЕМОТЕХНИКА АНАЛОГОВЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Дисциплина по направлению подготовки
11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств

Рабочая программа

СОГЛАСОВАНО
Начальник УМУ
_____ Г.Н. Чурсинова
«17» 05 2017 г.

Разработал
Инженер 1 категории кафедры ПТРА
_____ Ф.И. Букашев
«06» 04 2017 г.

Принято на заседании кафедры ПТРА
Протокол № 8 от 06 04 2017 г.
Заведующий кафедрой ПТРА
_____ М.И. Бичурин
«06» 04 2017 г.

1 Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является изучение принципов работы устройств и систем аналоговой электроники, приобретение знаний, умений и навыков схемотехнического проектирования электронных устройств при проектировании и оптимизации электронных средств.

Основными задачами дисциплины являются:

- формирование студентами значимости схемотехнического проектирования электронных устройств в процессе их профессиональной деятельности;
- формирование системного подхода к процессу схемотехнического проектирования электронных устройств как к элементу метода сквозного проектирования (схема-конструкция-технология) электронных средств;
- формирование умений и навыков для анализа, расчета, оптимизации и синтеза схем аналоговых электронных устройств;
- формирование представления о современных тенденциях развития схемотехники аналоговых электронных устройств.

Ведущие идеи дисциплины:

- владение методами и инструментами схемотехнического проектирования электронных устройств является необходимым условием компетентности инженера-конструктора-технолога РЭА.

2 Место дисциплины в структуре ООП направления подготовки

Дисциплина относится к вариативной части дисциплин профессионального цикла, читается в 4 семестре.

Для изучения дисциплины используются знания, полученные при изучении следующих дисциплин: «Математика», «Физика», «Метрология, стандартизация и технические измерения», «Материалы и компоненты электронных средств», «Физические основы микро- и наноэлектроники», «Электротехника и электроника».

Знания и умения, полученные при изучении данной дисциплины, используются при подготовке выпускной квалификационной работы.

3 Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенции:

- способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей (ОПК-3);
- способностью моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования (ПК-1).

В результате освоения дисциплины «Электротехника и электроника» студент должен знать, уметь и владеть:

Код компетенции	Уровень освоения компетенции	Знать	Уметь	Владеть
ОПК-3	базовый	фундаментальные законы и правила, описывающие поведение электрических цепей и физические основы функционирования элементов электрических цепей	проводить декомпозицию сложных схем аналоговых электронных устройств на элементарные функционально обособленные субсхемы, определять цепи обратной связи	методами анализа, синтеза и расчета характеристик схем аналоговых электронных устройств
ПК-1	базовый	основные принципы работы систем автоматизированного схемотехнического проектирования и основные параметры моделей изделий электронной техники	определять основные значимые параметры моделируемых схем	стандартными пакетами автоматизированного схемотехнического проектирования и моделирования схем

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Трудоемкость дисциплины

Учебная работа (УР)	Всего	Коды формируемых компетенций
	5 семестр	
Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕ)	3	
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):		
Аудиторная работа, в том числе:	54	
- лекции	18	ОПК-3; ПК-1
- лабораторные работы	36	
- аудиторная СРС	18	
- внеаудиторная СРС, в том числе:	54	
- прочая СРС	54	ОПК-3; ПК-1
Аттестация:	ДЗ	

4.2 Содержание и структура разделов дисциплины

1 **Основы полупроводниковой схемотехники аналоговых электронных устройств.** Классификация электронных схем. Делители напряжения. Теорема об эквивалентном преобразовании генераторов. Метод контурных токов и узловых потенциалов. Основные типы полупроводниковых приборов. Системы параметров полупроводниковых приборов (по типам). Наиболее распространённые виды сигналов. RC-цепи. Обобщённый закон Ома. Диоды и диодные схемы. Выпрямление. Умножители напряжения. Диодные ограничители. Фиксация уровня напряжения. Диодная защита. Амплитудные селекторы. Диод как нелинейный элемент. Вольт-амперные характеристики полупроводниковых приборов (по типам).

2 **Биполярные транзисторы и схемы.** Простейшая модель транзистора. Схемы включения транзистора и коэффициент передачи по току. Усиление по мощности. Статические и динамические параметры биполярных транзисторов. Усилитель с общим коллектором – эмиттерный повторитель. Анализ схемы усилителя с общим коллектором. Обратная связь. Стабилизаторы напряжения с эмиттерным повторителем. Транзисторные источники тока. Рабочий диапазон транзисторного источника тока. Смещение в транзисторном источнике тока. Улучшение транзисторных источников тока. Усилитель с общим эмиттером. Схема расщепления фазы с единичным коэффициентом усиления (парафазный каскад). Усилитель с заземлённым эмиттером. Эмиттерный резистор в качестве элемента отрицательной ОС. Способы задания стабильного смещения усилителя с общим эмиттером. Следящая связь. Насыщенный транзисторный ключ с общим эмиттером. Токовые зеркала. Использование токового зеркала в качестве активной нагрузки. Токовое зеркало Уилсона. Составные транзисторы. Двухтактный выходной каскад.

3 **Полевые транзисторы и схемы.** Полевые транзисторы и их классификация. Полевые транзисторы с управляющим p-n-переходом. МОП–транзисторы с индуцированным каналом. МОП–транзисторы со встроенным каналом. Статические и динамические параметры полевых транзисторов. Схемы усилителей с общим стоком (истоковый повторитель) и с общим истоком. Источники тока и токовые зеркала. Ключевой режим работы полевых транзисторов. Полевые транзисторы в переключательных схемах.

4 **Дифференциальные и операционные усилители.** Дифференциальный усилитель. Использование источника тока в эмиттерной цепи дифференциального усилителя. Операционные усилители – типы, классификация, система параметров. Основные схемы включения ОУ. Источники тока на ОУ. Логарифмический усилитель. Дифференциальный усилитель. Суммирующий усилитель. Интеграторы и дифференциаторы на ОУ. Активные фильтры. Основы теории и расчета активных фильтров.

5 **Генераторы.** Условие генерации электрических колебаний. Генераторы гармонических и негармонических колебаний. Мультивибраторы. Одновибраторы. Компараторы и триггер Шмитта. Таймер 555 и практические схемы на его основе.

Календарный план, наименование разделов дисциплины с указанием трудоемкости по видам учебной работы представлены в технологической карте учебного модуля (приложение Б).

4.3 Лабораторный практикум

Номер раздела УМ	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ак. час
1 Основы полупроводниковой схемотехники аналоговых электронных устройств	1 Аппаратура и методы измерения в электронике. Исследование RC-цепей. Исследование свойств диода.	9
2 Биполярные транзисторы и схемы	2 Биполярные транзисторы в схемах линейных усилителей.	9
4 Дифференциальные и операционные усилители	3 Операционные усилители и схемы на их основе.	9
5 Генераторы	4 Схемы на таймере 555.	9
	Всего:	36

4.4 Организация изучения дисциплины

Методические рекомендации по организации изучения дисциплины с учетом использования в учебном процессе активных форм проведения учебных занятий даются в Приложении А.

5 Контроль и оценка качества освоения дисциплины

Контроль качества освоения студентами дисциплины осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС).

Для оценки качества освоения дисциплины используются формы контроля: текущий – регулярно в течение всего семестра, рубежный – на девятой неделе семестра, и семестровый (в виде зачета) – по окончании изучения дисциплины.

Текущий контроль проводится регулярно в течение семестра.

Рубежный контроль проводится на 9 неделе. Контролируется выполнение и защита лабораторных работ.

Семестровый контроль проводится на 18 неделе в виде зачета в рамках аудиторной самостоятельной работы.

Максимальное количество баллов, получаемое студентом в ходе освоения дисциплины – 150. Пороговому уровню соответствует 75 баллов.

Критерии оценивания представлены в следующей таблице.

Оценочное средство	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
Лабораторная работа	5-6 баллов	7-8 баллов	9-10 баллов
	- не соблюдается техника безопасности; - лабораторные работы выполняются не в соответствии с графиком выполнения ЛР; - в ходе проведения измерений допускаются ошибки; - отчет составлен не в соответствии с требованиями СТО 1.701-2010; - недостаточно хорошо использует приобретенные знания для формулирования выводов.	- выполнение лабораторной работы удовлетворяет основным требованиям к ответу на «отлично», но есть недочеты или негрубые ошибки, не повлиявшие на результаты выполнения работы.	- лабораторная работа выполнена в полном объеме; - соблюдены требования по технике безопасности; - правильно и аккуратно составлен отчет в соответствии с требованиями СТО 1.701-2010. -студент грамотно формулирует ответы; - свободно владеет материалом по изучаемому разделу
Дифференцированный зачет	25-37 баллов	37-44 балла	45-50 баллов
	- студент не знает значительную часть программного материала; - допустил существенные ошибки в процессе изложения; - не умеет выделить главное; - приводит ошибочные определения; - ни один вопрос не рассмотрен до конца, наводящие вопросы не помогают.	- студент обладает достаточными знаниями программного материала; - два вопроса освещены полностью или один вопрос освещён полностью, а другой доводится до логического завершения при наводящих вопросах преподавателя.	- студент обладает глубокими и прочными знаниями программного материала; - при ответе на два вопроса продемонстрировал исчерпывающее, последовательное и логически стройное изложение материала.

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте дисциплины (Приложение Б). Паспорта компетенций представлены в Приложении В.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины представлено Картой учебно-методического обеспечения (Приложение Г).

7 Материально-техническое обеспечение учебного модуля

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине используется лекционная аудитория, оборудованная мультимедийными средствами, и лабораторная аудитория, оборудованная измерительными приборами и комплектами учебно-методических материалов.

1) Осциллограф

Количество каналов: 2;
Полоса пропускания: 70 МГц;
Частота дискретизации: 1 Гвыб/с на канал 2 Гвыб/с при чередовании каналов;
Скорость обновления сигналов на экране: 50000 осциллограмм/с;
Глубина стандартной памяти: не менее 100000 точек.

2) Генератор сигналов произвольной формы

Количество каналов: 1;
Частота выходного сигнала: 30 МГц;
Коэффициент гармоник: 0,04%;
Уровень джиттера: 40 пс;
Частота дискретизации: 250 Мвыб./с;
Амплитуда выходного сигнала: от 1 мВ до 10 В (размах) с разрешением 16 бит;
Объем памяти: 1 Мточек;
Интерфейсы: USB, LAN (LXI-C) и GPIB;

Форма сигнала: синусоидальный, прямоугольный, импульсный, треугольный, пилообразный, шумовой, псевдослучайная двоичная последовательность, кардиологический, с экспоненциальным фронтом и срезом, Гауссовый импульсный.

3) Мультиметр

Напряжение постоянного тока: предел 1000 В, кл. 0,02;
Сила постоянного тока: пределы 10 А, кл. 0,05;
Напряжение переменного тока: предел 750 В, кл. 0,2;
Сила переменного тока: предел 10 А, кл. 0,5;
Сопротивление: предел 100 МОм, кл. 0,05;
Память: 5000 отсчетов;
Скорость измерений: не менее 190 отсчетов/с;
Интерфейс: USB 2.0, RS-232.

4) Источник питания

Количество каналов: 3;
Выход 1: напряжение от 0 до 6 В, ток от 0 до 5 А;
Выход 2: напряжение от 0 до +25 В, ток от 0 до 1 А;
Выход 3: напряжение от 0 до –25 В, ток от 0 до 1 А;
Погрешность выходного напряжения
Выход 1: 0.1% + 5 мВ;
Выходы 2 и 3: 0.05% + 10 мВ;

Погрешность выходного тока:

Выход 1: 0,2%+10 мА;

Выходы 2 и 3: 0,15+4мА;

Шумы и пульсации для всех выходов в диапазоне частот от 20 Гц до 20 МГц:

- Напряжение помех нормального вида не более 350 мкВ (СКЗ)/2 мВ (размах);
- СКЗ тока помех нормального вида не более 500 мкА;
- СКЗ тока помех общего вида не более 1,5 мкА.

5) Комплект учебно-методических материалов по основам аналоговой электроники ME3000

Аппаратная часть набора для практических занятий состоит из диодно-транзисторного модуля и модуля ОУ.

Диодно-транзисторный модуль

- Диодная цепь;
- Транзисторная цепь;
- Настраиваемый усилитель класса А;
- Мультивибратор на базе ИС таймера 555.

Модуль ОУ

- Активный фильтр 1-го порядка;
- Активный фильтр 2-го порядка;
- Буфер;
- Инвертирующий усилитель;
- Неинвертирующий усилитель;
- Дифференциальный усилитель.

В набор для практических занятий входят следующие принадлежности (комплектация одного набора):

- Сетевой шнур 1 шт;
- Кабель-перемычка с захватными зажимами 6 шт;
- Кабель BNC(штекер) - захватный зажим 1 шт;
- Антистатический браслет 1 шт.

.

Приложение А
(обязательное)

Методические рекомендации по организации изучения дисциплины «Схемотехника аналоговых электронных устройств»

А.1 Организация изучения дисциплины

Разделы дисциплины	Формы организации	Задания на аудиторную и внеаудиторную СРС	Литература
1 Основы полупроводниковой схемотехники аналоговых электронных устройств	Вводная лекция, Информационные лекции	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме	**Основная:** приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3; **Дополнительная:** приложение Г, таблица Г.3, номера: 1, 2, 3, 4
	Лабораторный практикум: вводное занятие, выполнение лабораторных работ, защита выполненных работ	Ауд. СРС. – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами	**Основная:** приложение Г, таблица Г.1, номера 4, 5
		Внеауд. СРС – самостоятельная подготовка к выполнению ЛР на следующем занятии используя методические указания.	
2 Биполярные транзисторы и схемы	Вводная лекция, Информационные лекции	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме	**Основная:** приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3; **Дополнительная:** приложение Г, таблица Г.3, номера: 1, 2, 3, 4

Разделы дисциплины	Формы организации	Задания на аудиторную и внеаудиторную СРС	Литература
	Лабораторный практикум: вводное занятие, выполнение лабораторных работ, защита выполненных работ	Ауд. СРС. – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами Внеауд. СРС – самостоятельная подготовка к выполнению ЛР на следующем занятии используя методические указания.	**Основная:** приложение Г, таблица Г.1, номера 4, 5
Рубежный контроль			
3 Полевые транзисторы и схемы	Вводная лекция, Информационные лекции	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме	**Основная:** приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3; **Дополнительная:** приложение Г, таблица Г.3, номера: 1, 2, 3, 4
4 Дифференциальные и операционные усилители	Вводная лекция, Информационные лекции	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме	**Основная:** приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3; **Дополнительная:** приложение Г, таблица Г.3, номера: 1, 2, 3, 4
	Лабораторный практикум: вводное занятие, выполнение лабораторных работ, защита выполненных работ	Ауд. СРС. – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами Внеауд. СРС – самостоятельная подготовка к выполнению ЛР на следующем занятии	**Основная:** приложение Г, таблица Г.1, номера 4, 5

Разделы дисциплины	Формы организации	Задания на аудиторную и внеаудиторную СРС	Литература
		используя методические указания.	
5 Генераторы	Вводная лекция, Информационные лекции	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме	**Основная:** приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3; **Дополнительная:** приложение Г, таблица Г.3, номера: 5, 6
	Лабораторный практикум: вводное занятие, выполнение лабораторных работ, защита выполненных работ	Ауд. СРС. – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами	**Основная:** приложение Г, таблица Г.1, номера 4, 5
		Внеауд. СРС – самостоятельная подготовка к выполнению ЛР на следующем занятии используя методические указания.	

А.2 Методические рекомендации по изучению теоретической части дисциплины

Теоретические занятия дисциплины представлены в виде лекций.

Цель лекции – организация целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению программным материалом дисциплины.

Задачи лекционных занятий – дать связанное, последовательное изложение материала, сообщить студентам основное содержание предмета в целостном, систематизированном виде.

Структура и содержание основных разделов **(**приведена в рабочей программе дисциплины, раздел 4.2)

Методы и средства проведения теоретических занятий

При изучении дисциплины студенты должны посещать лекционные занятия, вести конспекты и самостоятельно прорабатывать по учебникам вопросы, указанные преподавателем. (Список основной литературы приведен в приложении Г).

А.3 Методические рекомендации по лабораторному практикуму

Цель лабораторного практикума - формирование компетентности студентов в области электротехники и электроники, способствующей становлению их готовности к решению задач профессиональной деятельности.

Задачи занятий - углубление знаний, полученных на теоретических занятиях и применение их в условиях, приближенных к условиям реальной профессиональной деятельности.

Структура и содержание основных разделов лабораторного практикума **(**приведена в рабочей программе учебного модуля, раздел 4.3)

Методы и средства проведения занятий

При проведении лабораторного практикума студенты максимально самостоятельно выполняют лабораторные работы. Занятия строится следующим образом:

первое занятие – вводное:

- проводится инструктаж по технике безопасности;
- студенты разбиваются на группы для выполнения ЛР;
- получают указания по организационным вопросам: знакомятся с порядком выполнения, защиты ЛР, правилами оформления отчета (в соответствии с СТО 1.701-2010. Текстовые документы. Общие требования к построению и оформлению);

на втором и последующих занятиях:

- студенты выполняют лабораторные работы;
- оформляют отчеты по лабораторным работам;
- проводится защита выполненной лабораторной работы;

На последнем занятии – защита последней лабораторной работы.

Примечание – без защиты лабораторных работ можно выполнить только 2 работы.

По результатам защит студентам начисляются баллы (максимальное количество баллов за одну защищенную лабораторную работу - 10).

Студенты, не защитившие лабораторные работы в срок и не набравшие необходимой суммы баллов, защищают все выполненные лабораторные работы на

занятии, выделенном как защита блока лабораторных работ. Такая защита оценивается минимальным количеством баллов.

Лабораторный практикум считается выполненным, если студент отработал и защитил все лабораторные работы, набрав при этом минимально необходимую сумму баллов.

А.4 Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов

Аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа студентов заключается в выполнении и подготовке к защите лабораторных работ, а также в подготовке к зачету.

Для подготовки к лабораторным работам и зачету рекомендуется пользоваться основной и дополнительной учебно-методической литературой, представленной в таблице А.1 и в карте учебно-методического обеспечения.

А.5 Организация и проведение контроля

Рубежный контроль

Рубежная аттестация по дисциплине проводится на девятой неделе семестра по результатам текущего контроля и результатам выполнения и защит лабораторных работ. Пороговому уровню соответствует 55 баллов, максимальное количество баллов – 100.

Семестровый контроль

Качество усвоенного материала учебного модуля проверяется при итоговой аттестации студентов - на дифференцированном зачете.

Вопросы к дифференцированному зачету по дисциплине «Схемотехника аналоговых электронных устройств»

1. Делители напряжения. Метод эквивалентного генератора. Правила Кирхгофа. RC-цепи.

2. Транзисторные схемы источников тока. Простые источники тока на дискретных элементах. Простое токовое зеркало. Токовое зеркало Видлара. Токовое зеркало с компенсацией тока базы транзисторов. Каскодная схема. Токовое зеркало Уилсона.

3. Основные типы полупроводниковых приборов. Структура и режимы работы диодов. Стабилитроны. Дифференциальное сопротивление стабилитронов. Аппроксимация статической вольт-амперной характеристики диодов.

4. Дифференциальный усилительный каскад. Синфазное и дифференциальное усиление. Несимметричное включение входа и выхода дифференциального усилительного каскада. Отрицательная обратная связь по току в дифференциальном усилительном каскаде.

5. Динамические характеристики диодов. Переключение диодов. Выпрямители. Ограничители напряжения и амплитудные детекторы.

6. Дифференциальный усилитель с активной нагрузкой. Напряжение смещения нуля дифференциального усилительного каскада. Частотная характеристика дифференциального усилительного каскада.

7. Биполярный транзистор и его простейшая модель. Режимы работы биполярного транзистора. Схемы включения транзистора.

8. Операционный усилитель – общие сведения. Система параметров операционного усилителя. Инвертирующий и неинвертирующий усилители. Повторитель (буфер) с единичным коэффициентом усиления. Схема сложения.

9. Схема с общим эмиттером. Анализ стабильности усилительных свойств схемы ОЭ. Принцип действия отрицательной обратной связи. Отрицательная обратная связь по току в схеме ОЭ.

10. Операционный усилитель – общие сведения. Система параметров операционного усилителя. Интегрирующий усилитель. Дифференцирующий усилитель. Логарифмирующий усилитель. Реализация экспоненциальной функции. Дифференциальный усилитель. Источник тока на ОУ.

11. Схема с общим эмиттером. Отрицательная обратная связь по напряжению в схеме ОЭ. Установка рабочей точки в схеме ОЭ. Схема расщепления фазы с единичным усилением.

12. Дискретные состояния электронных схем. Схема ОЭ в качестве инвертора дискретных уровней напряжения. Запас устойчивости по напряжению и нагрузочная способность.

13. Схема с общим коллектором – эмиттерный повторитель. Анализ стабильности усилительных свойств схемы ОК. Установка рабочей точки в схеме ОК. Примеры использования схемы ОК: стабилизатор напряжения и источник стабильного тока.

14. Релаксационные схемы с насыщенными транзисторными ключами. Бистабильная релаксационная схема – триггер. Бистабильная релаксационная схема – триггер Шмитта. Моностабильная релаксационная схема – одновибратор. Астабильная релаксационная схема – мультивибратор.

15. Схема с общей базой. Анализ стабильности усилительных свойств схемы ОБ.

16. Триггер Шмитта на основе интегрального компаратора. Прецизионный триггер Шмитта. Мультивибратор на основе интегрального компаратора.

17. Частотные свойства транзисторов. Частотная характеристика схемы ОЭ. Частотная характеристика схемы ОК. Частотная характеристика схемы ОБ.

18. Микросхема интегрального таймера 555. Типовые схемы применения таймера 555: мультивибратор. Типовые схемы применения таймера 555: ждущий одновибратор.

19. Составной транзистор – схема Дарлингтона. Зависимость усиления по току схемы Дарлингтона от тока коллектора. Режим переключения схемы Дарлингтона.

20. Основные условия генерации. Простейший LC-генератор. Генератор Мейснера. Генератор Хартли с общей базой. Генератор Колпитца с общей базой. Генератор с мостом Вина-Робинсона. Генератор с двойным Т- образным мостом. LC-генератор с эмиттерной обратной связью. Генератор с RC-звеньями сдвига фазы.

21. Полупроводниковые приборы в устройствах силовой электроники. Ключевой МОП-транзистор с индуцированным каналом: основные параметры. Процессы включения и выключения мощного МОП-транзистора. Процессы включения и выключения мощного биполярного транзистора. Составляющие мощности потерь МОП- и биполярного транзистора.

Приложение Б
(обязательное)

Технологическая карта
дисциплины «Схемотехника аналоговых электронных устройств»
семестр – 5, ЗЕ – 3, вид аттестации – ДЗ, академических часов – 54, баллов рейтинга – 150

Номер и наименование раздела учебного модуля, КП/КР	№ недели сем.	Трудоемкость, ак.час					Форма текущего контроля успев. (в соотв. с паспортом ФОС)	Максим. кол-во баллов рейтинга
		Аудиторные занятия				Внеауд СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	Ауд СРС			
1 Основы полупроводниковой схемотехники аналоговых электронных устройств	1-4	3		6	3	9	выполнение и защита ЛР	20
2 Биполярные транзисторы и схемы	5-8	3		6	3	9	выполнение и защита ЛР	20
Рубежный контроль	9	(не менее 20 баллов из 40)						
3 Полевые транзисторы и схемы	10-11	2						
4 Дифференциальные и операционные усилители	12-15	2		6	3	9	выполнение и защита ЛР	20
5 Генераторы	16-17	2		6	3	9	выполнение и защита ЛР	20
Семестровый контроль	18	(не менее 55 баллов из 130)					Дифференцированный зачет	70
Итого:		**18**		**36**	**18**	**54**		**150**

Критерии оценки качества освоения студентами дисциплины

3 ЗЕ = 50 б. × 3 = 150 баллов:

- оценка «удовлетворительно – от 75 до 104 баллов;
- оценка «хорошо» – от 105 до 134 баллов;
- оценка «отлично» – от 135 до 150 баллов;

Приложение В
(обязательное)

Паспорта компетенций

ОПК-3 способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей

Уровни	Показатели	Оценочная шкала		
		удовлетворительно	**хорошо**	**отлично**
Базовый уровень	Знает фундаментальные законы и правила, описывающие поведение электрических цепей и физические основы функционирования элементов электрических цепей	Испытывает трудности при практическом применении фундаментальных законов и правил поведения электрических цепей. Имеет пробелы в знаниях физических основ функционирования элементов электрических цепей.	Допускает неточности при практическом применении фундаментальных законов и правил поведения электрических цепей. Имеет незначительные пробелы в знаниях физических основ функционирования элементов электрических цепей.	Без затруднений применяет в инженерной практике фундаментальные законы и правила поведения электрических цепей. Твердо знает физические основы функционирования элементов электрических цепей.
	Умеет проводить декомпозицию сложных схем аналоговых электронных устройств на элементарные функционально обособленные субсхемы, определять цепи обратной связи	Испытывает трудности при декомпозиции сложных схем аналоговых электронных устройств на элементарные функционально обособленные субсхемы и при определении цепей обратной связи	Допускает неточности при декомпозиции сложных схем аналоговых электронных устройств на элементарные функционально обособленные субсхемы и при определении цепей обратной связи	Не испытывает трудностей при декомпозиции сложных схем аналоговых электронных устройств на элементарные функционально обособленные субсхемы и при определении цепей обратной связи
	Владеет методами анализа, синтеза и расчета характеристик схем аналоговых электронных устройств	Испытывает трудности при анализе, синтезе и расчете характеристик схем аналоговых электронных устройств	Допускает неточности при анализе, синтезе и расчете характеристик схем аналоговых электронных устройств	Точен при анализе, синтезе и расчете характеристик схем аналоговых электронных устройств

ПК-1 способностью моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования

Уровни	Показатели	Оценочная шкала		
		удовлетворительно	**хорошо**	**отлично**
Базовый уровень	Знает основные принципы работы систем автоматизированного схемотехнического проектирования и основные параметры моделей изделий электронной техники	Испытывает трудности при формулировании основных принципов работы систем автоматизированного схемотехнического проектирования. Испытывает трудности при определении основных параметров моделей изделий электронной техники.	Допускает неточности при формулировании основных принципов работы систем автоматизированного схемотехнического проектирования. Допускает неточности при определении основных параметров моделей изделий электронной техники.	Твердо знает основные принципы работы систем автоматизированного схемотехнического проектирования и основные параметры моделей изделий электронной техники.
	Умеет определять основные значимые параметры моделируемых схем	Испытывает трудности при определении основных значимых параметров моделируемых схем	Допускает незначительные ошибки при определении основных значимых параметров моделируемых схем.	Безошибочно определяет основные значимые параметры моделируемых схем
	Владеет стандартными пакетами автоматизированного схемотехнического проектирования и моделирования схем	Испытывает трудности при использовании пакетов автоматизированного схемотехнического проектирования и моделирования схем	Допускает неточности при моделировании схем с использованием пакетов автоматизированного схемотехнического проектирования и моделирования	Уверенно использует пакеты автоматизированного схемотехнического проектирования и моделирования схем

Приложение Г
(обязательное)

Карта учебно-методического обеспечения

Дисциплины Схемотехника аналоговых электронных устройств
Направление **11.03.03 - Конструирование и технология электронных средств**
Формы обучения очная
Курс **3** Семестр **5**
Часов**:** всего **54**, лекций **18**, лаб. раб. **36**, СРС **54**
Обеспечивающая кафедра **ПТРА**

Таблица 1- Обеспечение модуля учебными изданиями

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Учебники и учебные пособия		
1. Хоровиц П. Искусство схемотехники / П. Хоровиц, У. Хилл; Пер. с англ: Б.Н. Бронина и др. ─ 7-е изд. ─ М.: Бином: Мир, 2009. ─ 704 с.	22	
2. Опадчий Ю.Ф. Аналоговая и цифровая электроника: Полный курс: Учеб. для вузов. - М.: Горячая линия-Телеком, 2005. – 768 с.	3	
3. Схемотехника электронных систем. Аналоговые и импульсные устройства / Гл. ред. Е. Кондукова. - СПб.: БХВ-Петербург, 2004. - 482 с.	6	
Учебно-методические издания		
4. Рабочая программа дисциплины с приложениями «Схемотехника аналоговых электронных устройств» /Авт.-сост. Ф.И. Букашев; НовГУ. – В.Новгород, 2014. – 20 с.		25
5. Фонд оценочных средств дисциплины с приложениями «Схемотехника аналоговых электронных устройств» /Авт.-сост. Ф.И. Букашев; НовГУ. – В.Новгород, 2014. – 15 с.		

Таблица 2 – Информационное обеспечение модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
Комплект учебно-методических материалов по основам аналоговой электроники ME3000	http://dreamcatcher.asia/cw/cwdetail.php?id=ME3000	
Система автоматизированного схемотехнического проектирования Micro-Cap. Оценочная версия	http://www.spectrum-soft.com/demoform.shtm	

Таблица 3 – Дополнительная литература

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
1. Хоровиц П. Искусство схемотехники=The art of electronics/ П. Хоровиц, У. Хилл; Пер. с англ: Б.Н. Бронина и др. ─ 7-е изд. ─ М.: Бином: Мир, 2009. ─ 704с.		
2. Титце, Ульрих Полупроводниковая схемотехника=Halbleiter-Schaltungstechnik: Пер. с нем.: В 2 т. Т.1/ Титце, Ульрих, Шенк, Кристоф. ─ М.: ДМК Пресс: Додэка-XXI, 2008. ─ 827,[1]с.		
3. Титце, Ульрих Полупроводниковая схемотехника=Halbleiter-Schaltungstechnik: Пер. с нем.: В 2 т. Т.2/ Титце, Ульрих, Шенк, Кристоф. ─ М.: ДМК Пресс: Додэка-XXI, 2008. ─ 941,[1]с.		
4. Опадчий Ю.Ф. Аналоговая и цифровая электроника: Полный курс: Учеб. для вузов. - М.: Горячая линия-Телеком, 2005. - 768с.		
5. Схемотехника электронных систем. Аналоговые и импульсные устройства / Гл. ред. Е. Кондукова. - СПб.: БХВ-Петербург, 2004. - 482с.		
6. Дьяконов В.П. Генерация и генераторы сигналов. - М.: ДМК, 2009. - 376,[1]с.		

Действительно для учебного года _____/_____

Зав. кафедрой _____ _____
подпись И.О.Фамилия

_____ _____ 20….. г.

СОГЛАСОВАНО

НБ НовГУ: _____ _____ _____
должность подпись расшифровка

Действительно для учебного года _____/_____

Зав. кафедрой _____ _____
подпись И.О.Фамилия

_____ _____ 201.. г.

СОГЛАСОВАНО

НБ НовГУ: _____ _____ _____
должность подпись расшифровка