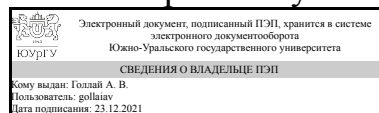


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Высшая школа электроники и  
компьютерных наук



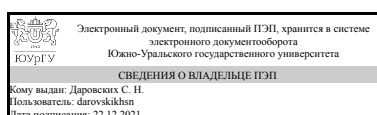
А. В. Голлой

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.24 Проектирование электронных устройств  
для специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы  
уровень Специалитет  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Инфокоммуникационные технологии

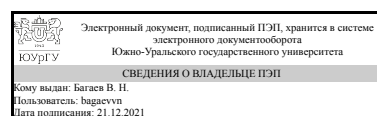
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.02.2018 № 94

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., доц.



С. Н. Даровских

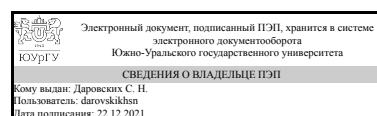
Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент



В. Н. Багаев

СОГЛАСОВАНО

Руководитель специальности  
д.техн.н., доц.



С. Н. Даровских

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: обеспечение базовой подготовки студентов в области проектирования и применения электронных схем и функциональных звеньев в радиоэлектронной аппаратуре. Задачи дисциплины: познакомить обучающихся с принципами построения, характеристиками и методами расчета электронных устройств, а также их основных функциональных звеньев; дать информацию о схемных и системотехнических решениях, применяемых при практической реализации электронных устройств; научить владению методами оптимизации параметров и схем электронных устройств.

## Краткое содержание дисциплины

Параметры и характеристики электронных устройств (АЭУ); Принципы построения и функционирования типовых усилительных звеньев, использование обратных связей; Базовые схемные и системотехнические конфигурации интегральных схем; Операционные усилители, устройства линейного и нелинейного функционального преобразования сигналов (сравнение, суммирование, перемножение, интегрирование, дифференцирование, логарифмирование, частотная фильтрация); Работа аналоговых трактов при сигналах повышенной интенсивности; Нелинейные свойства АЭУ; Особенности построения высокочувствительных устройств широкополосного усиления.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-4 Способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных	Знает: основы схемотехники, элементную базу аналоговых электронных устройств; основные принципы построения и работы устройств усиления и преобразования аналоговых сигналов; основные характеристики аналоговых электронных устройств; современные схемные решения, применяемые при практической реализации аналоговых электронных устройств и тенденции их развития. Умеет: выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования, осуществлять синтез структурных и электрических схем аналоговых электронных устройств. Имеет практический опыт: владения навыками разработки аналоговых электронных устройств, методами наглядного представления экспериментальных данных.
ОПК-7 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	Знает: основы схемотехники, элементную базу аналоговых электронных устройств; основные принципы построения и работы устройств усиления и преобразования аналоговых сигналов; основные характеристики аналоговых электронных устройств.

	<p>Умеет: применять методы расчета типовых аналоговых устройств.</p> <p>Имеет практический опыт: владения навыками расчета типовых аналоговых устройств.</p>
--	--

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
<p>1.О.12 Схемотехника, 1.О.25 Теоретические основы радиоэлектроники, 1.О.16 Радиотехнические цепи и сигналы, 1.О.13 Материалы электронных средств, 1.О.14 Метрология и электрорадиоизмерения, 1.О.19 Цифровые устройства и микропроцессоры</p>	<p>1.О.20 Устройства генерирования и формирования сигналов, 1.О.18 Радиоавтоматика, 1.О.23 Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных средств, 1.О.21 Устройства приема и преобразования сигналов</p>

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.О.19 Цифровые устройства и микропроцессоры	<p>Знает: современное состояние в области цифровых устройств и микропроцессоров, программного обеспечения для моделирования поведения цифровых схем., основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, способы построения алгоритмов программ реализуемых на микроконтроллерах.</p> <p>Умеет: искать и представлять актуальную информацию о состоянии в области цифровых устройств и микропроцессоров, использовать программное обеспечение для анализа цифровых схем применительно к схемам реализованным на микроконтроллерах., описывать алгоритмы программ на микро ассемблере для микроконтроллеров, а так же на языках программирования высокого уровня. Имеет практический опыт: владения навыками работы на ПК , работой с отладочными средствами систем разработки устройств на микроконтроллерах., способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений, владения САПР для отладки ПО для микроконтроллеров.</p>
1.О.12 Схемотехника	<p>Знает: современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации; требования нормативных документов., фундаментальные законы природы и основные физические математические законы, основные принципы построения и работы устройств усиления и преобразования аналоговых сигналов; основные характеристики аналоговых электронных</p>

	<p>устройств; современные схемные решения, применяемые при практической реализации аналоговых электронных устройств и тенденции их развития. Умеет: применять современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации; соблюдать требования нормативных документов., применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера. осуществлять синтез структурных и электрических схем аналоговых электронных устройств. Имеет практический опыт: применения современных компьютерных технологий для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации; соблюдения требований нормативных документов., владения навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач, методами расчета типовых аналоговых устройств.</p>
1.О.13 Материалы электронных средств	<p>Знает: природу электромагнитного поля, особенности поведения различных веществ в электромагнитном поле. Умеет: интерпретировать полученные в процессе измерений результаты, проводить их анализ, оформлять протоколы измерений. Имеет практический опыт: построения математических моделей, навыками работы с графиками, таблицами, диаграммами; методами корректной оценки погрешностей при проведении измерений с образцами материалов.</p>
1.О.16 Радиотехнические цепи и сигналы	<p>Знает: современное состояние области профессиональной деятельности. , современные принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации, методы решения задач анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей. Умеет: искать и представлять актуальную информацию о состоянии предметной области, решать задачи обработки данных с помощью решения задач анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей., решать задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации. использовать на практике методы решения задач анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей. Имеет практический опыт: владения навыками моделирования радиотехнических цепей и сигналов с использованием современных компьютерных технологий., владения навыками использования методов решения задач анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей. навыками обеспечения информационной безопасности.</p>
1.О.14 Метрология и электрорадиоизмерения	<p>Знает: требования стандартизации,</p>

	метрологического обеспечения при разработке и эксплуатации электронных средств; технические средства измерений, их метрологические характеристики, правила поверок; принципы и методы измерений; принципы построения и особенности средств измерений основных электрических величин; принципы построения цифровых средств измерений. Умеет: подбирать средства измерений по условиям предстоящих измерительных задач; выполнять измерения различных электрических и радиотехнических величин, оформлять протокол эксперимента в установленной форме; вести обработку экспериментальных данных с целью повышения точности конечного результата. Имеет практический опыт: работы с измерительными приборами; приемами определения погрешностей в типовых ситуациях измерений.
1.О.25 Теоретические основы радиоэлектроники	Знает: фундаментальные законы природы и основные физические математические законы, методы анализа и синтеза электронных схем. Умеет: применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера, выполнять анализ простейших электрических схем в специализированном пакете прикладных программ. Имеет практический опыт: владения навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач. навыками чтения электронных схем. навыками практического использования специализированного программного обеспечения для моделирования и анализа электрических цепей.

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 56,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		6
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	51,5	51,5
с применением дистанционных образовательных	0	

технологий		
Расчетно-графическая работа	41,5	41.5
Подготовка к экзамену	10	10
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Общие сведения об электронных устройствах (ЭУ). Параметры и характеристики ЭУ.	6	2	4	0
2	Принципы построения усилительных звеньев. Анализ работы типовых усилительных звеньев в режиме малого сигнала.	10	4	6	0
3	Обратные связи в трактах усиления.	6	2	4	0
4	Базовые схемные конфигурации аналоговых микросхем и усилителей постоянных токов.	10	2	8	0
5	Структурные схемы усилителей на базе аналоговых и цифровых микросхем.	4	2	2	0
6	Операционные усилители (ОУ) и функциональные устройства на их основе.	12	4	8	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Общие сведения об электронных устройствах. Особенности функционирования и область применения. Параметры и характеристики ЭУ.	2
2	2	Усилительное звено и его обобщенная схема. Малосигнальные параметры биполярных и полевых транзисторов, принципы их исследования при анализе свойств усилительных звеньев.	2
3	2	Идеальные управляемые источники. Передаточные, входные и выходные параметры типовых усилительных звеньев при различных способах включения транзисторов в схему. Нелинейные искажения в усилительных устройствах.	2
4	3	Структурная схема идеального управляемого источника с однопетлевой отрицательной обратной связью (ООС) и ее использование для анализа влияния ООС на параметры и характеристики усилителя. Стабилизирующее влияние ООС на характеристики усилителя при вариации нагрузки, разбросе номиналов элементов схемы и изменении температуры окружающей среды.	2
5	4	Дифференциальный усилительный каскад, его основные свойства и схемные реализации. Схема сдвига уровня, источники опорного напряжения и тока. Использование дифференциальных каскадов в режиме регулируемого усиления и перемножителях.	2
6	5	Структурные схемы стабильных усилителей на базе идентичных аналоговых микросхем. Структурные методы компенсации нелинейных искажений.	2
7	6	Операционный усилитель (ОУ) и его свойства. Принципы схемной реализации процедур обработки сигналов в усилительных и функциональных звеньях на ОУ.	2
8	6	Влияние неидеальности параметров реальных ОУ на характеристики	2

		функциональных устройств.	
--	--	---------------------------	--

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Характеристики усилителей на биполярных транзисторах.	2
2	1	Характеристики усилителей на биполярных транзисторах.	2
3	2	Основные схемы включения интегрального ОУ на постоянном токе.	2
4	2	Основные схемы включения интегрального ОУ на постоянном токе.	2
5	2	Основные схемы включения интегрального ОУ на постоянном токе и его параметры, вносящие ошибку в выходное напряжение.	2
6	3	Динамические характеристики интегральных операционных усилителей. Интегратор и дифференциатор, суммирующие схемы.	2
7	3	Динамические характеристики интегральных операционных усилителей. Интегратор и дифференциатор, суммирующие схемы.	2
8	4	Активные фильтры.	2
9	4	Активные фильтры.	2
10	4	Пассивные фильтры.	2
11	4	Пассивные фильтры.	2
12	5	ОУ с нелинейными обратными связями.	2
13	6	Импульсные источники питания.	2
14	6	Импульсные источники питания.	2
15	6	Источники питания с использованием ОУ.	2
16	6	Источники питания с использованием ОУ.	2

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Расчетно-графическая работа	Основная литература [1]-[4], дополнительная литература [1]-[3]	6	41,5
Подготовка к экзамену	Основная литература: [1] - [3] Дополнительная литература [1], [3]	6	10

## 6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№	Се-	Вид	Название	Вес	Макс.	Порядок начисления баллов	Учи-
---	-----	-----	----------	-----	-------	---------------------------	------

КМ	местр	контроля	контрольного мероприятия		балл		тывается в ПА
1	6	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа. Контрольное мероприятие №1	1	20	17-20 баллов: 30% расчетно-графической работы выполнено без ошибок; 15-16 баллов: 30% расчетно-графической работы выполнено с незначительными недочетами; 12-14 балла: 30% расчетно-графической работы выполнено с ошибками в расчетах или в пояснительной части; 0-11 баллов: допущены существенные ошибки при расчетах и/или в пояснительной части.	экзамен
2	6	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа. Контрольное мероприятие №2	1	20	17-20 баллов: 60% расчетно-графической работы выполнено без ошибок 15-16 баллов: 60% расчетно-графической работы выполнено с незначительными недочетами 12-14 балла: 60% расчетно-графической работы выполнено с ошибками в расчетах или в пояснительной части 0-11 баллов: допущены существенные ошибки при расчетах и/или в пояснительной части	экзамен
3	6	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа. Контрольное мероприятие №3. Защита РГР.	1	20	17-20 баллов: оценка «Отлично» выставляется за расчетно-графическую работу, которая полностью соответствует техническому заданию, схема работоспособна, пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При защите расчетной работы студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует расчетными данными, вносит обоснованные предложения, легко отвечает на поставленные вопросы. 15-16 баллов: оценка «Хорошо» выставляется за расчетно-графическую работу, которая полностью соответствует техническому заданию, схема работоспособна в подавляющем большинстве режимов, в пояснительной записке имеются незначительные неточности в теоретической или расчетной частях.	экзамен



					<p>При защите расчетной работы студент показывает знание вопросов темы, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы.</p> <p>12-14 балла: оценка «Удовлетворительно» выставляется за расчетно-графическую работу, которая не полностью соответствует техническому заданию, схема работоспособна только в части режимов, в пояснительной записке имеются ошибки в расчетах и в изложении материала. При защите расчетной работы студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда дает исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы.</p> <p>0-11 баллов: оценка «Неудовлетворительно» выставляется за расчетно-графическую работу, которая не соответствует техническому заданию, неработоспособна или работоспособна только в малой части режимов, пояснительная записка не имеет анализа, не отвечает требованиям, изложенным нормативных документах. В работе нет выводов либо они носят декларативный характер. При защите расчетной работы студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по ее теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки.</p>		
4	6	Промежуточная аттестация	Экзамен по курсу "Проектирование электронных устройств"	-	20	<p>17-20 баллов: глубокие и прочные знания по всему программному материалу, исчерпывающее, последовательное, грамотное изложение ответов на 1 и 2 вопросы, правильное решение и обоснование решения задачи.</p> <p>15-16 баллов: твердые знания программного теоретического материала, его грамотное изложение, владение необходимыми умениями и навыками при решении задач. Допускаются незначительные неточности в ответе на вопрос и решении задач.</p> <p>12-14 баллов: слабое знание теоретического материала, недостаточно правильные формулировки, затруднения в решении задач.</p>	экзамен

					Менее 12 баллов: незнание значительной части программного материала, допущение существенных ошибок, нерешенная или неправильно решенная задача.	
--	--	--	--	--	---	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Экзаменационный билет суммарно содержит 20 баллов. На основании полученных за экзамен баллов рассчитывается индивидуальный рейтинг студента по промежуточной аттестации. Итоговая оценка формируется в соответствии с БРС по наибольшему из рейтингов: рейтингу по текущей аттестации или рейтингу с учетом экзамена, который рассчитывается $[0,6 \times \text{рейтинг текущей аттестации} + 0,4 \times \text{рейтинг по экзамену}]$ .	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ			
		1	2	3	4
ОПК-4	Знает: основы схемотехники, элементную базу аналоговых электронных устройств; основные принципы построения и работы устройств усиления и преобразования аналоговых сигналов; основные характеристики аналоговых электронных устройств; современные схемные решения, применяемые при практической реализации аналоговых электронных устройств и тенденции их развития.	+	+	+	+
ОПК-4	Умеет: выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования, осуществлять синтез структурных и электрических схем аналоговых электронных устройств.	+	+	+	+
ОПК-4	Имеет практический опыт: владения навыками разработки аналоговых электронных устройств, методами наглядного представления экспериментальных данных.	+	+	+	+
ОПК-7	Знает: основы схемотехники, элементную базу аналоговых электронных устройств; основные принципы построения и работы устройств усиления и преобразования аналоговых сигналов; основные характеристики аналоговых электронных устройств.	+	+	+	+
ОПК-7	Умеет: применять методы расчета типовых аналоговых устройств.	+	+	+	+
ОПК-7	Имеет практический опыт: владения навыками расчета типовых аналоговых устройств.	+	+	+	+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Волович, Г. И. Схемотехника аналоговых и аналогово-цифровых электронных устройств Г. И. Волович. - М.: Додэка-XXI, 2005. - 527, [1] с.

2. Павлов, В. Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств [Текст] учеб. для вузов по направлению "Радиотехника" В. Н. Павлов. - М.: Академия, 2008. - 287, [1] с. ил.

3. Павлов, В. Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств Учеб. для вузов по направлениям "Радиотехника", "Электроника и микроэлектроника" В. Н. Павлов, В. Н. Ногин. - 3-е изд. - М.: Горячая линия - Телеком, 2005

4. Джонс, М. Х. Электроника - практический курс Пер. с англ.: Е. В. Воронова, А. Л. Ларина. - М.: Постмаркет, 1999. - 527 с. ил.

*б) дополнительная литература:*

1. Гусев, В. Г. Электроника Учеб. пособие для приборостроит. специальностей вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1991. - 621,[1] с. ил.

2. Джонсон, Д. Справочник по активным фильтрам [Текст] Д. Джонсон, Г. Мур ; пер. с англ. М. Н. Мишкиса ; под ред. И. Н. Теплюка. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 128 с. ил.

3. Пейтон, А. Дж. Аналоговая электроника на операционных усилителях Практ. руководство Пер. с англ. В. Л. Григорьева; Ред. пер. А. П. Молодяну. - М.: Бинوم, 1994. - 349,[1] с. ил.

*в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

1. "Радио". Научно-технический журнал. - М.: ЗАО "Журнал "Радио"
2. "Схемотехника". Научно-технический журнал. - М.: ООО "ИД Скимен"

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Багаев В.Н. Исследование устройств обработки аналоговых сигналов: Учебное пособие

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Багаев В.Н. Исследование устройств обработки аналоговых сигналов: Учебное пособие

**Электронная учебно-методическая документация**

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Учебно-методические материалы кафедры	В.Н.Багаев. Сборник вопросов и задач по курсу аналоговых устройств: Учебное пособие. – Челябинск: ЮУрГУ, 2012. - 39С. <a href="https://ict.susu.ru/">https://ict.susu.ru/</a>
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Титце, У. Полупроводниковая схемотехника. Том I. [Электронный ресурс] / У. Титце, К. Шенк. — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2009. — 832 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/915">http://e.lanbook.com/book/915</a>
3	Основная	Электронно-	Волович, Г. И. Схемотехника аналоговых и аналогово-

литература	библиотечная система издательства Лань	цифровых электронных устройств / Г. И. Волович. — 4-е, изд. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 636 с. — ISBN 978-5-97060-623-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/107891">https://e.lanbook.com/book/107891</a>
------------	--	--

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. -Multisim(бессрочно)
3. -LibreOffice(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	919 (36)	Мультимедийное оборудование
Пересдача	919 (36)	Мультимедийное оборудование, компьютеры - 5 шт.
Самостоятельная работа студента	919 (36)	Мультимедийное оборудование, компьютеры - 5 шт.
Практические занятия и семинары	919 (36)	Мультимедийное оборудование, компьютеры - 5 шт.
Экзамен	919 (36)	Мультимедийное оборудование, компьютеры - 5 шт.
Контроль самостоятельной работы	919 (36)	Мультимедийное оборудование, компьютеры - 5 шт.