

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины  
(модуля)

Схемотехника

---

Разработчик:  
Холодов Геннадий Григорьевич  
ФИО  
доцент  
должность

кандидат технических наук  
ученая степень,  
звание

Утверждено на заседании кафедры

РЭС и ТРО

наименование кафедры

протокол № 2 от 13.09.2021 года

И.о. заведующего кафедрой РЭС и ТРО

  
подпись

Милкин В.И.  
ФИО

Мурманск  
2021

## Пояснительная записка

Объем дисциплины 5 з.е.

1. **Результаты обучения по дисциплине** Б1.0.24 «Схемотехника», соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций <sup>1</sup>	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Соответствие Кодексу ПДНВ <sup>2</sup>
<p><b>ОПК-1</b> Способен использовать основные законы математики, единицы измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, теоретической механики</p>		<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- признаки полной неработоспособности элементов аналоговой электроники; средства автоматизации процессов эксплуатации, аппаратные средства для оценки неработоспособности элементов аналоговой электроники и приемы проверки с их помощью работоспособности элементов аналоговой электроники; схемные решения и средства автоматизации процессов эксплуатации, методы моделирования схемных решений и средств автоматизации процессов эксплуатации.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- по внешним признакам оценивать полную неработоспособность элементов и узлов аналоговой электроники, аппаратными средствами оценивать полную неработоспособность элементов и узлов аналоговой электроники.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- всеми практическими навыками ис-</li> </ul>	

<sup>1</sup> Указываются индикаторы достижения компетенций, закрепленные за данной дисциплиной (модулем)

<sup>2</sup> Только для конвенционных специальностей (для остальных направлений подготовки/специальностей столбец удалить)

		<p>пользования измерительной техники для оценки работоспособности нетиповых узлов аналоговой электроники; методами моделирования схемных решений и средств автоматизации процессов эксплуатации.</p> <p>- Навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач</p>	
--	--	--	--

## 2. Содержание дисциплины (модуля)

Раздел 1. Введение. Общие сведения об аналоговых электронных устройствах. Основные определения. Классификация аналоговых электронных устройств. Основные технические показатели и характеристики аналоговых электронных устройств. Общие сведения. Стандартизация и унификация. Входное и выходное сопротивление. Коэффициенты усиления. Коэффициент полезного действия.

Раздел 2. Характеристики аналоговых электронных устройств. Амплитудная и фазочастотная характеристики. Переходная характеристика. Нелинейные искажения. Амплитудная характеристика и динамический диапазон. Стабильность показателей.

Раздел 3. Принцип электронного усиления. Режимы работы усилительных элементов.

Анализ работы каскада с помощью вольт – амперных характеристик его элементов. Выходные характеристики транзистора, рабочая точка и область безопасной работы. Нагрузочная характеристика и траектория движения рабочей точки.

Раздел 4. Анализ работы каскада с помощью вольт – амперных характеристик его элементов. Критерии выбора положения исходной рабочей точки. Условия получения наибольшей мощности сигнала в выходной цепи усилительного прибора. Принципы и схемы обеспечения заданного положения исходной рабочей точки в каскадах на биполярном транзисторе. Принципы и схемы обеспечения заданного положения исходной рабочей точки в каскадах на полевом транзисторе.

Раздел 5. Работа усилительных каскадов в режиме малого сигнала. Критерии и особенности малосигнального режима работы транзистора. Малосигнальные параметры биполярных и полевых транзисторов. Способы включения транзисторов в схему усилительного каскада.

Раздел 6. Каскады усиления переменного сигнала. Низкочастотные и переходные искажения в усилителях переменного сигнала. Анализ влияния температурных и других дестабилизирующих факторов на работу каскада. Передаточные свойства каскадов и цепей по току.

Раздел 7. Обратная связь усилительных трактов. Структурная схема усилительного тракта с однопетлевой обратной связью. Правила определения значений исходных параметров и петлевой передачи в схемах с обратной связью.

Влияние обратной связи на параметры и характеристики усилительного тракта. Стабилизирующее влияние отрицательной обратной связи на коэффициент усиления и на режимы работы по постоянному току. Линеаризирующее воздействие отрицательной обратной связи на передаточные свойства нелинейных трактов.

Раздел 8. Многокаскадные усилители. Особенности построения многокаскадных усилительных трактов. Способы межкаскадных связей. Типовые многотранзисторные схемные конфигурации усилительных каскадов. Законы суммирования искажений в многозвенной линейной цепи.

Раздел 9. Оконечные каскады усиления, особенности, выбор транзисторов, расчет площади радиаторов. Однотактные каскады усиления мощности. Вычисление коэффициента гармоник однотактного каскада.

Оконечные каскады усиления. Двухтактные каскады в режиме А, В, АВ. Простейшие схемы и свойства двухтактных каскадов.

Раздел 10. Широкополосные усилители. Особенности формирования АЧХ широкополосных трактов. Влияние паразитных ёмкостей на формирование АЧХ в области высоких частот. Частотная коррекция и основные принципы её организации. Анализ свойств схем высокочастотной коррекции. Динамические искажения в схемах с обратными связями.

Раздел 11. Базовые схемные конфигурации аналоговых микросхем. Дифференциальный усилительный каскад. Генератор стабильного тока и его применение в схеме дифференциального усилительного каскада. Входное сопротивление дифференциальных каскадов. Источники постоянного напряжения.

Операционные усилители и их свойства. Принципы и особенности организации обработки сигналов в схемах на операционных усилителях. Типовые способы включения ОУ в схему обработки сигналов. Методики приближённого анализа передаточных и других свойств схем на ОУ. Широкополосные усилители на базе ОУ

Раздел 12. Активные РС – фильтры. Общие сведения, аппроксимация характеристик. Звенья ФНЧ и ФВЧ первого порядка. Звенья второго порядка на усилителях с конечным К. Звенья второго порядка на усилителях с неограниченным К.

### **3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины «Схемотехника»**

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине «Схемотехника» представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;
- методические указания к выполнению лабораторных/практических/контрольных работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины «Схемотехника» представлены на официальном сайте МГТУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

### **4. Фонд оценочных средств по дисциплине «Схемотехника»**

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, представлен на официальном сайте МГТУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным». ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля);
- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

### **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

#### ***Основная литература***

1. Павлов В.Н., Ногин В.Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебник для вузов – 3-е изд., исправ. – М.: Горячая линия – Телеком, 2010. – 320 с.: ил.
2. Солодов, В. С. Электроника и схемотехника. В 2 ч. Ч. 1 : учеб. пособие для обучающихся по направлению подгот. 15.03.04 "Автоматизация технологических процессов и производств" / В. С. Солодов, А. А. Маслов, А. В. Кайченков; Федер. агентство по рыболовству Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Мурман. гос. техн. ун-т". - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2017. - 199 с. : ил. - Имеется электрон. аналог 2017 г. - Библиогр.: с. 161-162. - ISBN 978-5-86185-936-3 (общ). - ISBN 978-5-86185-937-0 (ч. 1) : 195-72. 32.85 - С 60

#### ***Дополнительная литература***

1. Волович. Г. И. Схемотехника аналоговых и аналого цифровых электронных устройств. 3 е изд. стер. / Волович Г. И. — М. : Додэка XXI, 2011. — 528 с. : ил. — (Серия «Схемотехника»). Режим доступа : <http://www.byzanteen.com/volovich-g-i>

- sхемотехника-аналоговых-и-аналого-цифровых-электронных-устройств...: с. 67-68.
2. Методы проектирования электронных устройств / А.Б. Шеин , Н.М. Лазарева. – Москва : Инфра-Инженерная , 2011. – 456 с.
  3. Учебно-методическое пособие по курсу «Схемотехника аналоговых электронных устройств». Ч. 1 / ЮФУ, ИТА, ИРСУ, Каф. РПрУиТВ ; сост. А. В. Кравец. - Таганрог : Изд-во ЮФУ, 2016. - 96 с.
  4. Учебно-методическое пособие по курсу «Схемотехника аналоговых электронных устройств». Ч. 2 / ЮФУ, ИТА, ИРСУ, Каф. РПрУиТВ ; сост. А. В. Кравец. - Таганрог : Изд-во ЮФУ, 2016. - 80 с.
  5. Галочкин В.А.«Схемотехника аналоговых и цифровых устройств». Учебное пособие. Под редакцией д.т.н., про- фессора Елисеева С.Н. - Самара: ФГБОУ ВПО ПГУТИ 2016г- 441с.
  6. Схемотехническое проектирование элементов аналоговых устройств : учеб. пособие / Глушко А. А., Гладких А. А., Семенцов С. Г. ; МГТУ им. Н. Э. Баумана. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017. - 71 с. : ил. - Библиогр.: с. 67-68.

### **3. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

- 1) Государственная система правовой информации - официальный интернет-портал правовой информации- URL: <http://pravo.gov.ru>
- 2) Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» - URL: <http://window.edu.ru>
- 3) Справочно-правовая система. Консультант Плюс - URL: <http://www.consultant.ru/>
- 4) Электронно-библиотечная система ЭБС - <http://www.rucont.ru/>
- 5) ЭБС издательства "ЛАНЬ" - <http://e.lanbook.com>
- 6) ЭБС BOOK.ru - <http://book.ru/>
- 7) ЭБС ibooks.ru - <http://ibooks.ru/>
- 8) БС znanium.com издательства "ИНФРА-М" - <http://www.znaniy.com>

### **7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

- 1) Windows XP Professional Russian Academic OPEN, лицензия № 44335756 от 29.07.08
- 2) Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader
- 3) Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.09;
- 4) Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.09;
- 5) MathWorks MATLAB 2009 /2010 (сетевая версия) License Number 619865 от 11.12.2009 (договор 32/356 от 10 декабря 2009г.)
- 6) Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite (комплексная защита), Dr.Web Server Security Suite (антивирус) (договор №8630 от 03.06.2019.)

### **8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ**

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)** представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МГТУ;
- "Лаборатория радионавигационных систем". Учебный корпус по адресу 183010, Мурманская область, г. Мурманск, просп. Кирова, д. 2, Аудитория 511 аВ. Специальное помещение для проведения лабораторных работ, практических занятий. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.
- «Лаборатория радиолокационных систем». Учебный корпус по адресу 183010, Мурманск область, г. Мурманск, просп. Кирова, д. 2, Аудитория 511 бВ Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

## 10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

**Таблица 1 - Распределение трудоемкости**

**Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов**

Вид учебной нагрузки	Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по формам обучения							
	Очная				Заочная			
	Семестр			Всего часов	Семестр/Курс			Всего часов
	6				2	3	3	
Лекции	26			26	6	6		12
Практические занятия	18			18			2	2
Лабораторные работы	18			18	4		6	10
Самостоятельная работа	82			82	94	30	19	143
Подготовка и сдача экзамена (контроль)	36			36	4		9	13
КСР								
Всего часов по дисциплине	180			180	108	36	36	180
Формы промежуточной аттестации и текущего контроля								
Экзамен	+			+			+	+
Зачет/зачет с оценкой	-			-	+			+
Курсовая работа (проект)	+			+			1	1
Количество расчетно-графических работ	-			-	1		-	1
Количество контрольных работ	+			+			-	-
Количество рефератов	-			-			-	-
Количество эссе	-			-			-	-

## Перечень лабораторных работ по формам обучения

№ п/п	Темы лабораторных работ
1	2
	<b>Очная форма</b>
1	Основные характеристики усилительных устройств: амплитудночастотная ( АЧХ ), фазочастотная (ФЧХ), переходная (ПХ). Режимы работы усилительного элемента.
2	Анализ работы усилительного каскада с помощью вольт-амперных характеристик на примере усилителя на биполярном транзисторе по схеме с ОЭ
3	Анализ работы усилительного каскада при различном положении рабочей точки. Изменение положения рабочей точки при изменении параметров элементов схемы на биполярном транзисторе.
4	Анализ работы усилительного каскада при различном положении рабочей точки. Изменение положения рабочей точки при изменении параметров элементов схемы на биполярном транзисторе.
5	Анализ структурной схема усилительного тракта с различными видами однопетлевой обратной связи
6	Анализ влияния обратной связи на характеристики усилительного тракта. Анализ стабилизирующего влияния отрицательной обратной связи на коэффициент усиления и на режимы работы на постоянном токе
7	Исследование оконечных каскадов усиления. Двухтактные каскады в режиме А, В, АВ. Простейшие схемы и свойства двухтактных каскадов.
8	Анализ работы дифференциального усилительного каскада. Генератор стабильного тока и его применение в схеме дифференциального усилительного каскада. Входное со-противление дифференциальных каскадов.
9	Операционные усилители и их свойства. Исследование типовых способов включения ОУ в схему обработки сигналов. Анализ передаточных и других свойств схем на ОУ
	<b>Заочная форма</b>
1	Основные характеристики усилительных устройств: амплитудночастотная ( АЧХ ), фазочастотная (ФЧХ), переходная (ПХ). Режимы работы усилительного элемента.
2	Анализ работы усилительного каскада с помощью вольт-амперных характеристик на примере усилителя на биполярном транзисторе по схеме с ОЭ
3	Анализ работы усилительного каскада при различном положении рабочей точки. Изменение положения рабочей точки при изменении параметров элементов схемы на биполярном транзисторе.
4	Анализ работы усилительного каскада при различном положении рабочей точки. Изменение положения рабочей точки при изменении параметров элементов схемы на биполярном транзисторе.
5	Анализ структурной схема усилительного тракта с различными видами однопетлевой обратной связи.

## Перечень практических занятий по формам обучения

№ п/п	Темы практических занятий
1	2
	<b>Очная форма</b>
1	Исследование работы последовательной электрической цепи состоящей из активной и реактивной нагрузки
2	Исследование работы параллельной электрической цепи состоящей из активной и реактивной нагрузки

3	Исследование переходных процессов в цепях первого порядка.
4	Расчет цепей термостабилизации, режима и основных характеристик резистивных усилительных каскадов на биполярных и полевых транзисторах
5	Расчет цепей смещения и питания, режима и основных характеристик резистивных усилительных каскадов на биполярных и полевых транзисторах
6	Расчет предоконечного и окончного каскада на биполярных транзисторах
7	Расчет элементов цепей обратной связи в усилителях
8	Расчет предоконечного и окончного каскада на биполярных транзисторах
9	Выбор схемы и ее элементов, определение основных характеристик широкополосных усилителей на интегральных микросхемах.
<b>Заочная форма</b>	
1	Исследование работы параллельной электрической цепи состоящей из активной и реактивной нагрузки

### Перечень примерных тем курсовой работы /курсового проекта/РГР

№ п\п	Темы курсовой работы /проекта/РГР
1	2
1	Расчет усилителя мощности звуковой частоты. (заочная форма).