

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИМА

Баева Л. С.

Ф.И.О.

*Л. С. Баева*

подпись

«23» января 2019 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**Дисциплина** Б1.О.19 Схемотехника аналоговых электронных устройств  
код и наименование дисциплины

**Направление подготовки/специальность** 11.05.01 Радиоэлектронные системы и  
код и наименование направления подготовки /специальности  
КОМПЛЕКСЫ


**Направленность/специализация** специализация №2 "Радиоэлектронные системы передачи  
наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы  
информации"

**Квалификация выпускника** специалист  
указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО


**Кафедра-разработчик** Радиоэлектронных систем и транспортного радиооборудования  
наименование кафедры-разработчика рабочей программы

Мурманск  
2019

**Лист согласования**

1 Разработчик(и) зав.кафедрой		РЭСиТРО		Борисова Л.Ф.
Часть 1	должность	кафедра	подпись / 	Ф.И.О.
Часть 2	должность	кафедра	подпись	Ф.И.О.
Часть 3	должность	кафедра	подпись	Ф.И.О.

2. Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика рабочей программы

<u>Радиоэлектронных систем и транспортного радиооборудования</u>	23.01.2019 г.
<small>наименование кафедры</small>	<small>дата</small>
протокол № 8	Борисова Л.Ф.
<small>(дата, подпись) </small>	<small>Ф.И.О. заведующего кафедры – разработчика</small>

3<sup>1</sup>. Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с выпускающей кафедрой по направлению подготовки /специальности.

Заведующий выпускающей кафедрой \_\_\_\_\_  
наименование кафедры

_____	_____	_____
<small>дата</small>	<small>подпись</small>	<small>Ф.И.О.</small>

<sup>1</sup> Если кафедра-разработчик является выпускающей, то пункт не заполняется.

### Лист изменений и дополнений, вносимых в РП

к рабочей программе по дисциплине (модулю), входящей в состав ОПОП по направлению подготовки/специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, направленности (профилю)/специализации Радиоэлектронные системы передачи информации, 2019 года начала подготовки.

Таблица 1 Изменения и дополнения

№ п/п	Дополнение или изменение, вносимое в рабочую программу в части	Содержание дополнения или изменения	Основание для внесения дополнения или изменения	Дата внесения дополнения или изменения
1	Титульного листа			
2	Листа утверждений	РП переутверждена на 20/21 уч.г. РП переутверждена на 21/22 уч.г.	Протокол заседания кафедры № 2 от 05.10.2020 Протокол заседания кафедры № 2 от 13.09.2021	
3	Структуры учебной дисциплины (модуля)			
4	Содержания учебной дисциплины (модуля)			
5	Методического обеспечения дисциплины (модуля)			
6	Структуры и содержания ФОС			
7	Рекомендуемой литературы			
8	Перечня интернет ресурсов (ЭБС)			
9	Перечня лицензионного программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем			
10	Перечня МТО			

Дополнения и изменения внесены « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_ г

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Коды циклов дисциплин, модулей, практик	Наименование циклов, разделов, дисциплин, модулей, практик	Краткое содержание
1	2	3
Б1.О.19	Схемотехника аналоговых электронных устройств	<p><b>Цель дисциплины:</b> Подготовка обучающегося в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста и рабочим учебным планом специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.</p> <p><b>Задачи дисциплины:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ознакомление со структурой, элементной базой и технической реализацией современных устройств аналоговой электроники;</li> <li>– овладение навыками проектирования и расчета этих устройств, а также методами их исследования на основе эксперимента и моделирования на ЭВМ.</li> </ul> <p><b>В результате изучения дисциплины обучающийся должен:</b></p> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные технические показатели аналоговых электронных устройств, возможности их совершенствования на основе развития теории, методов проектирования и элементной базы.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выбирать схемные решения на основе современной элементной базы с учетом возможностей оптимизации на основе современных методов расчета, в том числе с использованием ЭВМ.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– современными методами расчета и моделирования электронных средств.</li> </ul> <p><b>Содержание разделов дисциплины:</b> Основы схемотехники аналоговых электронных устройств, свойства и принципы работы усилителей и усилительных каскадов, операционные усилители, принцип действия операционных усилителей, охваченных положительной или отрицательной обратной связью, классификация фильтров в частотной области, основные особенности и характеристики активных фильтров, генераторы синусоидальных электрических сигналов, условия возбуждения колебаний в системе.</p> <p><b>Реализуемые компетенции:</b> <b>ФГОС</b> ОПК-5; ОПК-6 Профстандарт 06.005 Инженер-радиоэлектронщик</p> <p><b>Формы промежуточной аттестации:</b> Семестр 5– зачет, курсовая работа. Семестр 6– экзамен.</p>

## Пояснительная записка

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», утвержденного 09.02.2018, приказ № 94, профессионального стандарта 06.005 «Инженер-радиоэлектронщик», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 19.05.2014 № 315н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 09.06.2014 № 32622), с изменениями, внесенными приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12.12.2016 № 727н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 13.01.2017 № 45230), учебного плана в составе ОПОП по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», специализации Радиоэлектронные системы передачи информации, 2019 года начала подготовки, утвержденного Ученым советом ФГБОУ ВО «МГТУ» (протокол № 7 от 28.02.2019 г).

### 2. Цели и задачи учебной дисциплины (модуля)

Целью дисциплины (модуля) «Схемотехника аналоговых электронных устройств» является подготовка обучающегося в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста и учебным планом для специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы».

#### Задачи:

- ознакомление со структурой, элементной базой и технической реализацией современных устройств аналоговой электроники,
- овладение навыками проектирования и расчета этих устройств, а также методами их исследования на основе эксперимента и моделирования на ЭВМ.

### 3. Планируемые результаты обучения в рамках данной дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» и профессиональным стандартом 06.005 «Инженер-радиоэлектронщик»

Таблица 3.1. – Компетенции ФГОС ВО, формируемые дисциплиной «Схемотехника аналоговых электронных устройств»

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции (Индикаторы сформированности компетенций) <sup>2</sup>
1.	ОПК-5 Способен выполнять опытно-конструкторские работы с учетом требований нормативных документов в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий	Компетенция реализуется в части «Способен выполнять опытно-конструкторские работы с учетом требований нормативных документов в области радиоэлектронной техники»	ОПК-5.1 Знает основные методы проектирования, исследования и эксплуатации специальных радиотехнических систем. ОПК-5.2 Умеет применять информационные технологии для решения научно-исследовательских и проектных задач радиоэлектроники ОПК-5.3 Владеет способами применения информационных технологий для решения научно-исследовательских и проектных задач радиоэлектроники

<sup>2</sup> Для ФГОС ВО 3++

2.	ОПК-6 Способен учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской и опытно-конструкторских работ	Компетенция реализуется полностью	ОПК-6.1 Знает современные тенденции развития электроники ОПК-6.2 Умеет использовать комплексный подход в своей деятельности ОПК-6.3 Владеет способами и методами решения теоретических и экспериментальных задач
----	---	-----------------------------------	--

**Таблица 3.2. - Обобщённые трудовые функции профессионального стандарта 06.005 «Инженер-радиоэлектронщик», формируемые дисциплиной «Схемотехника аналоговых электронных устройств»**

№ п/п	Вид деятельности	Трудовая функция из ПС, на основе которой сформулирован индикатор (дескриптор)	Обобщенная трудовая функция
1.	Научно-исследовательский (основной)	Анализ научно-технической проблемы на основе подбора и изучения литературных и патентных источников	Проведение исследований в целях совершенствования радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем различного назначения
		Математическое и компьютерное моделирование радиоэлектронных устройств и систем с целью оптимизации (улучшения) их параметров	Проведение исследований в целях совершенствования радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем различного назначения
2.	Эксплуатационный	Наладка, настройка, регулировка и испытания радиоэлектронных средств и оборудования	Производство, внедрение и эксплуатация радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем различного назначения

#### 4. Структура и содержание учебной дисциплины (модуля)

**Таблица 4.1 - Распределение учебного времени дисциплины**

**Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.**

Вид учебной нагрузки	Распределение трудоемкости дисциплины		
	Очная		
	Семестр		Всего часов
	5	6	
Лекции	32	32	64
Практические работы	14	14	28
Лабораторные работы	16	16	32
Самостоятельная и контактная работа	64	28	92
Подготовка сдачи экзамена (контроль)		36	36
Всего часов по дисциплине	126	126	252
Формы промежуточной аттестации и текущего контроля			
Экзамен		+	+
Зачет/зачет с оценкой	+/-		+
Курсовая работа (проект)	+		+

**Таблица 4.2 - Содержание разделов дисциплины (модуля), виды работы**

№ п/п	Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной работы			
		Очная			
		Л	ПР	ЛР	СР
1.	Основы электронной аналоговой схемотехники	14	4	6	20
2.	Устройство, свойства и принципы работы усилительных устройств	10	4		24
3.	Устройство, свойства, параметры, характеристики и принципы работы схем на транзисторах	8	6	10	20
<b>Итого 5 семестр</b>		<b>32</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>64</b>
4.	Устройство, свойства параметры, характеристики и принципы работы схем на операционных усилителях	14	4	16	10
5.	Устройство, свойства и принципы работы электрических фильтров	10	4		14
6.	Устройство, свойства и принципы работы генераторов электрических сигналов	8	6		4
<b>Итого 6 семестр</b>		<b>32</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>28</b>
<b>Итого:</b>		<b>64</b>	<b>28</b>	<b>32</b>	<b>92</b>

**Таблица 4.3. - Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины (модуля), и видов занятий с учетом форм текущего контроля**

Перечень компетенций	Виды занятий и оценочные средства					Формы текущего контроля
	Л	ЛР	ПР	КР	СР	
ОПК-5	+	-	-	+	+	курсовая работа
ОПК-6	+	+	+	-	+	лабораторные работы, практические занятия,

Примечание: Л – лекции, ЛР – лабораторные работы, ПР – практические работы, КР – курсовая, СР – самостоятельная работа

**Таблица 4.4. – Примерный перечень лабораторных работ**

№ п/п	Темы лабораторных работ	Количество часов
		Очная
1	2	3
5 семестр		
1	Исследование работы биполярного транзистора в ключевом режиме	4
2	Исследование работы полевого транзистора в ключевом режиме	4
3	Исследование транзисторных усилителей с обратной связью	4
4	Исследование частотных характеристик биполярных транзисторов	4
<b>Итого за семестр:</b>		<b>16</b>
6 семестр		
5	Исследование схем инвертирующих и неинвертирующих усилителей	4
6	Исследование дифференциального и суммирующего усилителей	4
7	Исследование дифференцирующего усилителя	4

8	Исследование интегрирующего усилителя	4
	<b>Итого за семестр:</b>	<b>16</b>
	<b>Итого:</b>	<b>32</b>

**Таблица 4.5. - Примерный перечень практических работ**

№ п/п	Темы практических работ	Количество часов
		Очная
1	2	3
	5 семестр	
1.	ВАХ схем с биполярными транзисторами	4
2.	Нагрузочные характеристики схем с биполярными транзисторами	4
3.	Передаточные параметры схем с биполярными транзисторами	6
	<b>Итого за семестр:</b>	<b>14</b>
	6 семестр	
4.	Расчет коэффициентов усиления инвертирующих и неинвертирующих усилителей	4
5.	Расчет выходных напряжений усиления инвертирующих и неинвертирующих усилителей	4
6.	Расчет коэффициентов передачи и частотных характеристик дифференцирующих и интегрирующих усилителей	6
	<b>Итого за семестр:</b>	<b>14</b>
	<b>Итого:</b>	<b>28</b>

## 5. Перечень тем курсовой работы:

1. Проектирование усилителя мощности звуковых частот.

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)<sup>3</sup>

1. Схемотехника телекоммуникационных устройств. Методические разработки по лабораторным работам. Часть 1. «Схемотехника аналоговых электронных устройств»: учебное пособие / В.А.Галочкин - Самара: ПГУТИ, 2016 - 403с.

## 7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств является компонентом ОП, разрабатывается в форме отдельного документа и включает в себя критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования и процедуры оценивания.

## 8. 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.

### 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-sxemotexnika-analogovyx-i-analogo-cifrovux-elektronnyx-ustrojstv>.
2. Методы проектирования электронных устройств / А.Б. Шейн, Н.М. Лазарева. – Москва : Инфра-Инженерная, 2011. – 456 с.

<sup>3</sup> В перечень входят методические указания к: выполнению практических, лабораторных, контрольных, самостоятельных, расчетно-графических, курсовых работ и др.



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., проф. Елисеева С.Н. - Самара: ФГОБУ 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.

#### **9. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Электронно-библиотечная система ЭБС - <http://www.rucont.ru/>.
2. ЭБС издательства "ЛАНЬ" - <http://e.lanbook.com>.
3. ЭБС BOOK.ru - <http://book.ru/>.
4. ЭБС ibooks.ru - <http://ibooks.ru/>.
5. ЭБС znanium.com издательства "ИНФРА-М" - <http://www.znanium.com>.
6. ЭБС НИТУ "МИСиС" - <http://lib.misis.ru/registr.html>.

#### **10. Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем, реквизиты подтверждающего документа.**

1. Операционная система Microsoft Windows Vista Business Russian Academic OPEN, лицензия № 44335756 от 29.07.2008 (договор №32/379 от 14.07.08 г.).
2. Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.2009 (договор 32/224 от 14.0.2009 г.).
3. Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader Corporate 9.0 (сетевая версия), 2009 год (договор ЛЦ-080000510 от 28 апреля 2009 г.). Операционная система Microsoft Windows Vista Business Russian Academic OPEN, лицензия № 44335756 от 29.07.2008.

- 
1. MS Windows.
  2. MS Office (MS Office Word, MS Office Excel, MS Office Power Point).
  3. Electronics Workbench.
  4. OrCAD.
  5. MATLAB.

## 11. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Таблица 11.1. - Материально-техническое обеспечение

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	501 В Лаборатория радиопередающих устройств Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации. г. Мурманск, ул. Спортивная, д.13 (корпус «В»).	501В: Количество столов - 12 Количество стульев - 24 Посадочных мест - 24 Доска аудиторная - 1 Учебный макет радиопередатчика «Муссон-2» - 1 шт, Учебный макет радиопередатчика «Барк-2» - 1 шт. Учебный стенд по изучению конструкции ламповых радиопередатчиков -1 шт, Учебный макет радиоприемника Р-250 М2 - 2 шт., Учебный макет радиоприемника RFT ЕКD 300 - 2 шт., Учебный макет консоли ГМССБ Sailor-2000 - 1 шт.
2.	Кабинет 506 В «Компьютерный класс» Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических и лабораторных занятий, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации. г. Мурманск, ул. Спортивная, д.13 (корпус «В»).	506В: Количество столов - 8 Количество стульев - 16 Посадочных мест - 16 Доска аудиторная - 1  ПК для проведения виртуальных лабораторных и практических работ - 7 шт.

**Таблица 11.2 - Технологическая карта промежуточной аттестации (промежуточная аттестация - курсовая работа)**

№	Критерии оценивания	Зачетное количество баллов		График прохождения
		min	max	
<b>Выполнение курсовой работы</b>				
1.	Степень полноты обзора состояния вопроса и корректность постановки задачи	1	3	2 неделя
2.	Качество литературного обзора (широта эрудиции, обоснование темы и подхода)	1	3	4 неделя
3.	Уровень и корректность использования в работе методов исследований, математического моделирования, расчетов	1	3	6 неделя
4.	Степень комплексности работы, применение в ней знаний общепрофессиональных и специальных дисциплин	1	3	8 неделя
5.	Применение современного математического и программного обеспечения, компьютерных технологий	1	3	10 неделя
6.	Качество оформления (общий уровень грамотности, стиль изложения, качество иллюстраций, соответствие требованиям стандартов)	1	3	12 неделя
7.	Объем и качество выполнения графического материала, его соответствие тексту	1	3	14 неделя
8.	Обоснованность и доказательность выводов работы	1	3	15 неделя
9.	Своевременная сдача на проверку Курсовой работы	1	3	16 неделя
	<b>ИТОГО</b>	<b>9</b>	<b>27</b>	
<b>Промежуточная аттестация</b>				
	<b>Защита курсовой работы</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	
	Отлично – 9-10 баллов Хорошо - 7-8 баллов Удовлетворительно - 5-6 баллов			
	<b>ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ЗА КУРСОВУЮ РАБОТУ</b>	<b>14</b>	<b>37</b>	
	<p><b>Итоговая оценка</b> определяется по итоговым баллам за курсовую работу и складывается из баллов, набранных за качество выполнения курсовой работы и ее защиты</p> <p><b>Шкала баллов для определения итоговой оценки:</b></p> <p>31-37 баллов - оценка «5»                  21-30 баллов - оценка «4»                  14- 20 баллов - оценка «3»                  13 и менее баллов - оценка «2»</p> <p><b>Итоговая оценка</b> проставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку обучающегося</p>			



**Таблица 11.5 - Технологическая карта текущего контроля и промежуточной аттестации (промежуточная аттестация – «экзамен»)**

№ п/п	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения (неделя сдачи)
		min	max	
<b>6 семестр</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1	Лабораторные работы (16 часов)	20	32	По расписанию
	Работа на одном лабораторном занятии – 4 балла			
2	Практические занятия (14 часов)	12	21	По расписанию
	Работа на одном практическом занятии (самостоятельное решение задач) – 3 балла			
3	Своевременная сдача контрольных точек	2	4	По расписанию
	Начисляется по 1 баллу за защиту ЛР в срок			
4	Количество баллов за посещение занятий	2	6	По расписанию
	<b>ИТОГО</b>	<b>36</b>	<b>63</b>	
<b>Промежуточная аттестация «экзамен»</b>				
	<b>Экзамен</b>	14	37	Сессия
	31-37 баллов - оценка «5» 21-30 баллов - оценка «4» 14- 20 баллов - оценка «3» 13 и менее баллов - оценка «2»			
	<b>ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	
	<p><b>Итоговая оценка</b> определяется по итоговым баллам за дисциплину и складывается из баллов, набранных в ходе текущего контроля (итога за работу в семестре) и промежуточной аттестации (экзамен)</p> <p><b>Шкала баллов для определения итоговой оценки:</b>            91 - 100 баллов - оценка «5»,            71-90 баллов - оценка «4»,            50- 70 баллов - оценка «3»,            49 и менее баллов - оценка «2»</p> <p><b>Итоговая оценка</b> проставляется в экзаменационную ведомость и зачетку обучающегося</p>			

**Таблица 11.6 - Ведомость для фиксирования результатов текущего контроля (промежуточная аттестация – экзамен)**

(заполняется преподавателем в последний рабочий день месяца)

ФИО	Количество баллов					
	Посещение лекций	Выполнение л/р	Выполнение п/р	Защита л/р	Контр. точки	Итого (36-63)