

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Факультет нано- и биомедицинских технологий

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебно-методической работе,  
профессор

Е.Г. Елина

2016 г.



Рабочая программа дисциплины

**Проектирование и ремонт узлов и элементов  
радиоэлектронной аппаратуры**

Направление подготовки бакалавриата  
11.03.04 "Электроника и наноэлектроника"

Профиль подготовки бакалавриата  
«Приборы микро- и наноэлектроники, методы измерения микро- и  
наносистем»

Квалификация (степень) выпускника  
Бакалавр

Форма обучения  
очная

Саратов, 2016 г.

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «**Проектирование и ремонт узлов и элементов радиоэлектронной аппаратуры**» являются формирование у студентов комплекса профессиональных знаний основных физических законов и явлений, лежащих в основе функционирования узлов радиоэлектронной аппаратуры, принципов построения и эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры.

Задачами изучения дисциплины являются:

- формирование умений решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей в функциональных устройствах на операционных усилителях и в генераторах сигналов радиоэлектронной аппаратуры; умений проводить поверку и диагностирование радиоэлектронной аппаратуры;
- углубление знаний о методах монтажа радиоэлектронной аппаратуры.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина по выбору **Проектирование и ремонт узлов и элементов радиоэлектронной аппаратуры** относится к вариативной части блока Б1 «Дисциплины (модули)» и изучается студентами дневного отделения факультета нано- и биомедицинских технологий СГУ, обучающимися по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» и профилю «Приборы микро- и наноэлектроники, методы измерения микро- и наносистем», в течение 4 учебного семестра. Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные студентами знания по физике, математике принципам построения цифровых вычислительных систем, теоретическим основам радиоэлектроники и подготавливает к прохождению технологической и преддипломной практик, а также к выполнению выпускной квалификационной работы.

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

В результате освоения дисциплины «**Проектирование и ремонт узлов и элементов радиоэлектронной аппаратуры**» формируются следующие компетенции: ОК-9, ОПК-3, ОПК-7, ПК-8.

ОК-9. Готовность пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий. Компетенция ОК-9 формируется в части готовности

ОПК-3. Способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей. Компетенция ОПК-3 формируется в части способности

решать задачи анализа и расчета характеристик функциональных устройств на операционных усилителях и генераторах сигналов при проектировании радиоэлектронной аппаратуры.

ОПК-7. Способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.

ПК-8. Способность выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники. Компетенция ПК-8 реализуется в части способности выполнять работы по технологической подготовке производства узлов и элементов радиоэлектронной аппаратуры.

В результате освоения дисциплины студент должен:

- знать физические законы и явления, лежащие в основе функционирования узлов радиоэлектронной аппаратуры, принципы построения и эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры;
- уметь решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей в функциональных устройствах на операционных усилителях и в генераторах сигналов для радиоэлектронной аппаратуры; уметь проводить поверку и диагностирование радиоэлектронной аппаратуры;
- владеть правилами и методами монтажа радиоэлектронной аппаратуры.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)  Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лек	Лаб	Пр	СРС	
1	Проектирование инструментальных усилителей	4	1	2			6	Опрос и зачет по разделу
			2, 4			4		
2	Проектирование функциональных устройств на	4	3, 5	4			8	Опрос и зачет по разделу

	операционных усилителей для радиоэлектронной аппаратуры		6, 8			4		
3	Проектирование генераторов сигналов	4	7	2			6	Опрос и зачет по разделу
			10			2		
4	Проектирование аналоговых коммутаторов	4	9	2		-	4	Опрос и зачет по разделу
5.	Системы автоматизированного диагностирования радиоэлектронной аппаратуры	4	11, 13	4			8	Опрос и зачет по разделу
			12, 14, 16			5		
6.	Технология монтажа радиоэлектронной аппаратуры	4	15, 17	3		-	6	Опрос и зачет по разделу. Контрольная работа.
	Итого:			17		17	38	Экзамен (36 часов)

### Содержание учебной дисциплины

1. Проектирование инструментальных усилителей.
  - 1.1. Входные цепи инструментальных усилителей.
  - 1.2. Использование операционных усилителей для регистрации сигналов в цепях, содержащих датчики и электроды.
  - 1.3. Инвертирующие и неинвертирующие усилители.
  - 1.4. Схемы подавления синфазных помех с помощью дифференциальных и инструментальных усилителей.
  - 1.5. Подключение усилителей к электродам и датчикам сигналов.
  - 1.6. Усилители с гальванической развязкой.
2. Проектирование функциональных устройств на операционных усилителях для радиоэлектронной аппаратуры.
  - 2.1. Линейные узлы математической обработки исследуемых сигналов.
  - 2.2. Активные электрические фильтры.
  - 2.3. Линейные преобразователи сигналов.
  - 2.4. Нелинейные преобразователи аналоговых сигналов.
  - 2.5. Элементы аналоговой памяти.
3. Проектирование генераторов сигналов.
  - 3.1. Генераторы синусоидальных (гармонических) сигналов.
  - 3.2. Аналоговые генераторы прямоугольных импульсов.

- 3.3. Интегральные таймеры и генераторы на их основе.
- 3.4. Генераторы линейно изменяющегося напряжения.
- 3.5. Функциональные генераторы.
- 3.6. Модуляторы.
- 3.7. Фазочувствительные детекторы.
4. Проектирование аналоговых коммутаторов.
  - 4.1. Коммутаторы на полевых транзисторах.
  - 4.2. Аналоговые мультиплексоры и матричные коммутаторы.
  - 4.3. Характеристики и эксплуатационные параметры аналоговых коммутаторов.
5. Системы автоматизированного диагностирования радиоэлектронной аппаратуры.
  - 5.1. Диагностирование цифровых радиоэлектронных систем.
  - 5.2. Контрольно-измерительная аппаратура для эксплуатационного обслуживания микропроцессорного оборудования.
6. Технология монтажа радиоэлектронной аппаратуры.
  - 6.1. Технология монтажа радиоэлектронной аппаратуры и приборов.
  - 6.2. Технология монтажа интегральных микросхем.

### **Перечень практических работ по схемотехнике**

1. Практическая работа №1. Проектирование инструментальных усилителей. Исследование схем на основе операционного усилителя.  
Задание №1. Получение переходной характеристики инвертирующего усилителя.  
Задание №2. Исследование работы инвертирующего усилителя.  
Задание №3. Получение переходной характеристики неинвертирующего усилителя.  
Задание №4. Исследование работы неинвертирующего усилителя.  
Задание №5. Исследование работы интегратора напряжения.  
Задание №6. Исследование работы дифференциатора напряжения.
2. Практическая работа №2. Проектирование функциональных устройств на операционных усилителях. Исследование характеристик аналоговых компараторов.  
  
Задание №1. Получение переходной характеристики однопорогового компаратора.  
Задание №2. Исследование работы однопорогового компаратора.  
Задание №3. Получение передаточной характеристики гистерезисного компаратора.  
Задание №4. Исследование работы гистерезисного компаратора.
3. Практическая работа №3. Генераторы сигналов.
4. Практическая работа №4. Системы автоматизированного диагностирования радиоэлектронной аппаратуры. Исследование цифровых систем.

- Задание №1. Изучение работы цифровых логических элементов.  
Задание №2. Изучение работы дешифратора 2x4.  
Задание №3. Изучение работы мультиплексора 4x1.  
Задание №4. Изучение работы асинхронного RS-триггера.  
Задание №5. Изучение работы двухступенчатого JK- триггера.  
Задание №6. Изучение работы двухступенчатого D-триггера.  
Задание №7. Изучение работы счетного T-триггера.  
Задание №8. Изучение работы асинхронного двоичного счетчика.  
Задание №9. Изучение работы асинхронного счетчика с коэффициентом пересчета 5.

## **5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины**

В преподавании дисциплины «**Проектирование и ремонт узлов и элементов радиоэлектронной аппаратуры**» используются следующие образовательные технологии:

- Информационно-коммуникационные технологии;
- Проблемное обучение.

В рамках лекционных занятий проводится обсуждение группой студентов путей технических решений, при построении узлов и элементов радиоэлектронной аппаратуры. При проведении занятий используются ПК и мультимедийный проектор для демонстрации презентаций.

При обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обучение в рамках дисциплины «**Проектирование и ремонт узлов и элементов радиоэлектронной аппаратуры**» допускает использование дистанционных образовательных технологий, а также предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов по дисциплине проводится в течение всего 4 семестра и заключается в чтении и изучении рекомендуемой литературы, подготовке к лекционным занятиям, в выполнении заданий преподавателя, работе в компьютерном классе или библиотеке.

Рекомендуется:

- для качественного усвоения материала лекций разбирать вопросы, изложенные в каждой очередной лекции, до следующей, по непонятым деталям консультироваться у лектора, читать соответствующую литературу;

- при подготовке к практическим занятиям тщательно изучать тему предстоящего занятия, задавать уточняющие вопросы преподавателю, подготавливать сообщения;

- задания, которые даются преподавателем во время занятий по отдельным вопросам, обязательны для выполнения, и качество их выполнения будет проверяться во время зачета.

### Перечень заданий самостоятельной работы, предлагаемых студентам в ходе подготовки к занятиям:

1. Инструментальный усилитель.
2. Функциональные устройства на операционных усилителях радиоэлектронной аппаратуры.
3. Генераторы сигналов.
4. Аналоговые коммутаторы.
5. Методы и средства проверки работоспособности и поверки радиоэлектронной аппаратуры.
6. Системы автоматизированного диагностирования радиоэлектронной аппаратуры.
7. Технология монтажа радиоэлектронной аппаратуры.
8. Исследование схем на основе операционного усилителя.
9. Исследование характеристик аналоговых компараторов.
10. Исследование цифровых систем.

### Контрольная работа

Проектирование активного четырехполюсника.

1. Построить график входной характеристики по табл. 1.

Таблица 1

$u_{11}, \text{ мВ}$	$i_1, \text{ мкА}$	$u_{11}, \text{ мВ}$	$i_1, \text{ мкА}$
5	0,53	105	35,8
10	1,11	110	40,1
15	1,75	115	44,9
20	2,46	120	50,1
25	3,24	125	55,9
30	4,11	130	62,3
35	5,07	135	69,4
40	6,13	140	77,2
45	7,30	145	85,9
50	8,59	150	95,4
55	10,0	155	106,0
60	11,6	160	117,7
65	13,3	165	130,6
70	15,3	170	144,8
75	17,4	175	160,6
80	19,8	180	178,0
85	22,4	185	197,2
90	25,2	190	218,5
95	28,4	195	242,0
100	31,9	200	268,0

График, описывающий входную вольт-амперную характеристику активного четырехполюсника должен выглядеть аналогично графику на рис. 1.

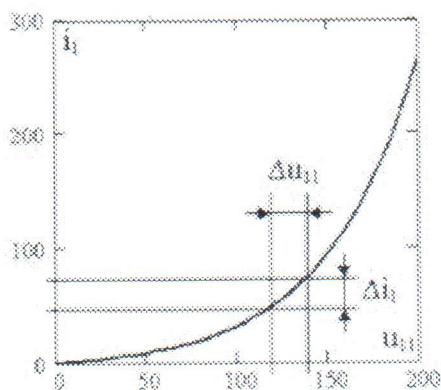


Рис.1. Вольт - амперная характеристика четырехполюсника

2. Вычислить дифференциальное входное сопротивление  $h_{11}$  (кОм) в заданной рабочей точке (при заданном в таблице 2. токе  $I_{1,0}$ )

Таблица 2

№ п/п	Ток покоя $I_{1,0}$ , мкА	Тип выходных характеристик	$h_{11}$	Нагрузка $R_{сг}$ , кОм	$R_{кст}$ , кОм
1	105	1	0,0004	3,0	0,25
2	65	2	0,0005	2,5	0,33
3	70	3	0,0003	3,3	0,40
4	100	4	0,0006	2,7	0,30
5	80	1	0,0002	3,2	0,35
6	85	2	0,0004	3,5	0,25
7	90	3	0,0005	2,4	0,33
8	75	4	0,0003	3,0	0,40
9	110	1	0,0006	2,5	0,30
10	70	2	0,0002	3,3	0,35
11	90	3	0,0004	2,7	0,25
12	60	4	0,0005	3,2	0,33
13	95	1	0,0003	3,5	0,40
14	65	2	0,0006	2,4	0,30
15	80	3	0,0002	3,0	0,35
16	75	4	0,0004	2,5	0,25
17	105	1	0,0005	3,3	0,33
18	60	2	0,0003	2,7	0,40
19	85	3	0,0006	3,2	0,30
20	100	4	0,0002	2,5	0,35
21	65	1	0,0003	3,3	0,25
22	95	2	0,0005	2,7	0,33
23	70	3	0,0006	3,2	0,40
24	90	4	0,0003	3,5	0,35
25	110	1	0,0005	2,4	0,30
26	125	2	0,0002	2,5	0,25



Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена (4-й семестр).

**Вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:**

1. Входные цепи инструментальных усилителей.
2. Операционные усилители в цепях регистрации в цепях, содержащих датчики и электроды.
3. Инвертирующие и неинвертирующие усилители.
4. Схемы подавления синфазных помех с помощью дифференциальных и инструментальных усилителей.
5. Подключение усилителей к электродам и датчикам сигналов.
6. Усилители с гальванической развязкой.
7. Функциональные устройства на операционных усилителях радиоэлектронной аппаратуры.
8. Линейные узлы математической обработки исследуемых сигналов.
9. Активные электрические фильтры.
10. Линейные преобразователи сигналов.
11. Нелинейные преобразователи аналоговых сигналов.
12. Элементы аналоговой памяти.
13. Генераторы сигналов.
14. Генераторы синусоидальных (гармонических) сигналов.
15. Аналоговые генераторы прямоугольных импульсов.
16. Интегральные таймеры и генераторы на их основе.
17. Генераторы линейно изменяющегося напряжения.
18. Функциональные генераторы.
19. Модуляторы.
20. Фазочувствительные детекторы.
21. Аналоговые коммутаторы.
22. Коммутаторы на полевых транзисторах.
23. Аналоговые мультиплексоры и матричные коммутаторы.
24. Характеристики и эксплуатационные параметры аналоговых коммутаторов.
25. Методы и средства проверки работоспособности и поверки радиоэлектронной аппаратуры.
26. Системы автоматизированного диагностирования радиоэлектронной аппаратуры.
27. Диагностирование цифровых диагностических систем.
28. Контрольно-измерительная аппаратура для эксплуатационного обслуживания микропроцессорного.
29. Технология монтажа радиоэлектронной аппаратуры.
30. Технология монтажа радиоэлектронной аппаратуры и приборов.
31. Технология монтажа интегральных микросхем.

## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности в семестре.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
4	10	0	40	20	0	0	30	100

### **Программа оценивания учебной деятельности студента** **4 семестр**

#### **Лекции**

Посещаемость, активность на лекциях – от 0 до 10 баллов:

Посещаемость от 10 до 49% – 0 - 2 балла;

От 50% до 80% – 3 - 4 баллов;

От 81% до 100% – 5 баллов;

Активность – от 0 до 5 баллов

#### **Лабораторные занятия**

Не предусмотрены.

#### **Практические занятия:**

Выполнение практических заданий– от 0 до 40 баллов:

Качество выполнения каждого

из 4-х практических заданий – 0- 10 баллов

#### **Самостоятельная работа**

Правильное выполнение не менее заданий на самостоятельную работу – 10 баллов

Контрольная работа – 0-10 баллов

#### **Автоматизированное тестирование**

Не предусмотрено.

#### **Другие виды учебной деятельности:**

Не предусмотрено.

## Промежуточная аттестация

Экзамен - от 0 до 30 баллов.

Ранжирование ответов студентов при проведении промежуточной аттестации:

ответ на «отлично» – 21-30 баллов

ответ на «хорошо» – 11-20 баллов

ответ на «удовлетворительно» – 6-10 баллов

неудовлетворительный ответ. – 0-5 баллов

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за один семестр по дисциплине **«Проектирование и ремонт узлов и элементов радиоэлектронной аппаратуры»** составляет 100 баллов.

Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине **«Проектирование и ремонт узлов и элементов радиоэлектронной аппаратуры»** в оценку осуществляется в соответствии с таблицей 2:

Таблица 2. Пересчет полученной студентом суммы баллов в оценку

86 - 100 баллов	«отлично»
70 - 85 баллов	«хорошо»
50 - 69 баллов	«удовлетворительно»
меньше 50 баллов	«неудовлетворительно»

Текущие индивидуально набранные студентами баллы доводятся до их сведения 2 раза за семестр: в конце 8 и 16 недель обучения.

Оценка студентам, успешно прошедшим обучение по дисциплине, может быть проставлена без сдачи ими экзамена на основании рейтинговой оценки по решению преподавателя.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

### а) основная литература:

1. Лаврентьев Б. Ф. Схемотехника электронных средств: учеб. пособие. - Москва : Изд. центр "Академия", 2010. – 333 с. **Гриф МО** (в НБ СГУ 12 экз.)
2. Медведев А.М. Сборка и монтаж электронных устройств [**Электронный ресурс**]: учебное пособие.— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2007.— 256 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12734>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Кологривов В.А. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств. Часть 1 [**Электронный ресурс**]: учебное пособие.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 120 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13955>.— ЭБС «IPRbooks» **Гриф УМО**
4. Кологривов В.А. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств. Часть 2 [**Электронный ресурс**]: учебное пособие/ Кологривов В.А.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 132 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13956>.— ЭБС «IPRbooks» **Гриф УМО**

### б) дополнительная литература:

1. Фриск В.В. Основы теории цепей. Использование пакета Microwave Office для моделирования электрических цепей на персональном компьютере [**Электронный ресурс**].— Электрон. текстовые данные.— М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2008.— 160 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8662>.— ЭБС «IPRbooks» **Гриф УМО**
2. Джеймс Рег. Промышленная электроника [**Электронный ресурс**] : учебное пособие / - Москва : ДМК Пресс, 2011. - 1136 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7735> - ЭБС IPRbooks.
3. Каплан Д., К. Уайт Практические основы аналоговых и цифровых схем.— М.:Техносфера, 2006. – 174с.(7 экз.)
4. Корис Р., Шмидт-Вальтер Х. Справочник инженера-схемотехника. – М.:Техносфера, 2008. -607с. (5 экз.)
5. Игумнов Д.В. Основы полупроводниковой электроники [**Электронный ресурс**] : учебное пособие - Москва : Горячая линия - Телеком, 2011. - 394 с. Режим доступа : <http://www.iprbookshop.ru/12016> -ЭБС IPRbooks.

### в) рекомендуемая литература:

1. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: В 3-х томах (The Art of Electronics: Second Edition © Cambridge University Press, 1980, 1989) / Пер. с англ.: Б. Н. Бронина, И. И. Короткевич, А. И. Коротова, М. Н. Микшиса, Л. В. Поспелова, О. А. Соболевой, К. Г. Финогорова, Ю. В. Чечёткина, М. П. Шарапова. — Изд. 4-е, переработанное и дополненное. — М.: Мир, 1993. — (1 экз.)

г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Windows XP Prof
2. Антивирус Касперского 6.0 для Windows Workstations
3. MathCad 14.0
4. Microsoft Office профессиональный 2010
5. LabVIEW
6. NI Multisim 10
7. MicroWave Office
8. Зональная научная библиотека им. В.А.Артисевич . - Режим доступа: <http://library.sgu.ru/>

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Занятия по дисциплине «**Проектирование и ремонт узлов и элементов радиоэлектронной аппаратуры**» проводятся в аудиториях, оснащенных компьютерной техникой, проекторами, мультимедийными установками и пр.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» и профилем подготовки «Приборы микро- и нанoeлектроники, методы измерения микро- и наносистем».

Автор

доцент, к.ф.-м.н.  М.Ю. Калинин

Программа разработана в 2014 г. (одобрена на заседании кафедры физики твердого тела от 15 октября 2014 г., протокол № 4).

Программа актуализирована в 2016 г. (одобрена на заседании кафедры физики твердого тела от 30 августа 2016 г., протокол № 1).

Зав. кафедрой физики твёрдого тела,  
профессор, д.ф.-м.н.



Д.А. Усанов

Декан факультета нано- и биомедицинских  
технологий, профессор, д.ф.-м.н.



С.Б. Вениг