

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением Ученого совета ННГУ  
протокол № 6 от 31.05.2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Источники электропитания радиотехнических систем

---

Уровень высшего образования  
Специалитет

---

Направление подготовки / специальность  
11.05.02 - Специальные радиотехнические системы

---

Направленность образовательной программы  
Радиотехнические системы и комплексы сбора и обработки информации

---

Форма обучения  
очная

---

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.37 Источники электропитания радиотехнических систем относится к обязательной части образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-7: Способен применять методы анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов современной электроники	<p>ОПК-7.1: Понимает основные методы анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов</p> <p>ОПК-7.2: Использует основные методы анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов</p>	<p>ОПК-7.1: Знать: основные методы анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов Уметь: применять основные методы анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов Владеть: навыками анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов</p> <p>ОПК-7.2: Знать: основные методы анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов. Уметь: применять основные методы анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов Владеть: навыками использования основных методов анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов</p>	Задания	Зачёт: Задания

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>3</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>32</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>0</b>
- КСР	<b>1</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>75</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>0</b> <b>Зачёт</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	
Тема 1 Свойства сетевых трансформаторов Сетевые выпрямители Однополупериодные выпрямители Мостовые выпрямители	5	2		2	3
Тема 2 Схемы выпрямителя со средней точкой. Сдвоенная схема выпрямителя со средней точкой	24	4		4	20
Тема 3 Последовательные стабилизаторы напряжения Простейший вариант стабилизатора Стабилизатор напряжения с фиксированным выходным напряжением	24	4		4	20
Тема 4 Стабилизатор напряжения с регулируемым выходным напряжением Стабилизатор с малым напряжением потерь	14	4		4	10
Тема 5 Стабилизация отрицательных напряжений Симметричное разделение незаземленного напряжения	4	2		2	2
Тема 6 Стабилизатор напряжения с измерительными выводами Лабораторные источники сетевого питания	4	2		2	2
Тема 7 Получение опорного напряжения Источники опорного напряжения на стабилитронах	6	2		2	4
Тема 8 Источники опорного напряжения на биполярных транзисторах Импульсные блоки питания	4	2		2	2
Тема 9 Импульсные стабилизаторы с вторичной коммутацией Понижающий преобразователь. Выбор параметров	4	2		2	2

Тема 10 Формирование коммутационного сигнала Повышающий преобразователь	6	2		2	4
Тема 11 Инвертирующий преобразователь Преобразователи напряжения с перекачкой заряда	4	2		2	2
Тема 12 Импульсные стабилизаторы с первичной коммутацией Однотактный преобразователь Двухтактный преобразователь Высокочастотные трансформаторы	4	2		2	2
Тема 13 Силовые ключи Формирование переключающего сигнала Анализ потерь	4	2		2	2
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	32	0	33	75

### Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1 Свойства сетевых трансформаторов.

Сетевые выпрямители.

Однополупериодные выпрямители

Мостовые выпрямители

Тема 2 Схемы выпрямителя со средней точкой.

Сдвоенная схема выпрямителя со средней точкой

Тема 3 Последовательные стабилизаторы напряжения.

Простейший вариант стабилизатора

Стабилизатор напряжения с фиксированным выходным напряжением

Тема 4 Стабилизатор напряжения с регулируемым выходным напряжением.

Стабилизатор с малым напряжением потерь

Тема 5 Стабилизация отрицательных напряжений Симметричное разделение незаземленного напряжения

Тема 6 Стабилизатор напряжения с измерительными выводами

Лабораторные источники сетевого питания

Тема 7 Получение опорного напряжения Источники опорного напряжения на стабилитронах

Тема 8 Источники опорного напряжения на биполярных транзисторах

Импульсные блоки питания

Тема 9 Импульсные стабилизаторы с вторичной коммутацией

Понижающий преобразователь. Выбор параметров

Тема 10 Формирование коммутационного сигнала Повышающий преобразователь

Тема 11 Инвертирующий преобразователь Преобразователи напряжения с перекачкой заряда

Тема 12 Импульсные стабилизаторы с первичной коммутацией

Однотактный преобразователь Двухтактный преобразователь

Высокочастотные трансформаторы

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

Самостоятельная работа проводится обучающимися с помощью основной и дополнительной учебной литературы и контролируется на экзамене, допуске к лабораторным работам и приемке отчета по лабораторным работам.

## 5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

### 5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

#### 5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ОПК-7:

Проведение текущего контроля не предусмотрено.

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»

### 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

#### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
		не зачтено		зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

					ошибок		
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	<b>превосходно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	<b>удовлетворительно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ОПК-7

1. На основе схемы ИМС 723 спроектируйте стабилизатор, дающий ток нагрузки до 50 мА в диапазоне выходных напряжений от +5 В до +10 В. Указание: Сравните часть выходного напряжения с  $0,5 U_{оп}$ .
2. Спроектируйте стабилизированный источник с напряжением +10 В и током до 10 мА, используя ИМС 723. В вашем распоряжении имеется трансформатор на 15 В (эфф.), 100 мА; диоды, конденсаторы и резисторы.
3. Спроектируйте стабилизатор с внешним проходным транзистором и обратным наклоном характеристики при коротком замыкании, который даёт ток 1 А при стабилизированном напряжении на выходе +5 В и всего лишь 0,4 А при коротком замыкании выхода.
4. Рассчитайте максимальную мощность рассеяния в проходных транзисторах в схеме лабораторного блока питания.
5. Спроектируйте стабилизатор на +5 В на основе схемы 317. Обеспечьте регулировку напряжения в пределах  $\pm 20\%$  с помощью подстроечного потенциометра.
6. Используя ИС 4194, спроектируйте стабилизатор на  $\pm 12$  В.
7. Спроектируйте регулируемый источник тока на диапазон токов от 10 мкА до 1 мА используя схему 317. Каков будет диапазон напряжений на выходе, если  $U_{вх} = +15$  В? Перепад напряжения примите равным 2 В.
8. Каков максимальный теоретический КПД линейного (последовательного проходного) стабилизатора при использовании его для генерации стабилизированного напряжения +5 В по нестабилизированному входу +12 В?
9. Что можно сказать об отношении выходного тока к входному для понижающего импульсного стабилизатора с высоким КПД? Каково это отношение токов для линейного стабилизатора?
10. Изобразите формы колебания для повышающего импульсного стабилизатора, показав напряжение в точке х, ток в индуктивности и выходное напряжение.
11. Почему повышающую схему нельзя использовать как понижающий стабилизатор?
12. Изобразите формы колебаний для инвертирующего импульсного источника, показав напряжение в точке х, ток в индуктивности и выходное напряжение.
13. Спроектируйте стабилизатор напряжения на +5 В, 50 мА для нестабилизированного входа +10 В, используя стабилитрон и эмиттерный повторитель. Обеспечьте ограничение тока на уровне 100 мА.
14. Спроектируйте стабилизатор напряжения на +5 В, 50 мА для нестабилизированного входа +10 В, используя трёхвыводной стабилизатор 7805.

15. Спроектируйте стабилизатор напряжения на +5 В, 50 мА для нестабилизированного входа +10 В, используя стабилизатор 723. Обеспечьте ограничение тока на уровне 100 мА.
16. Спроектируйте стабилизатор напряжения на +5 В, 50 мА для нестабилизированного входа +10 В, используя стабилизатор 723 и внешний проходной pnp-транзистор; используйте схему ограничения тока с обратным 9 наклоном характеристики, настроенную на 100 мА и ток короткого замыкания 25 мА.
17. Спроектируйте стабилизатор напряжения на +5 В, 50 мА для нестабилизированного входа +10 В, используя трёхвыводной регулируемый стабилизатор положительного напряжения 317.
18. Спроектируйте стабилизатор напряжения на +5 В, 50 мА для нестабилизированного входа +10 В, используя дискретные компоненты, источник опорного напряжения на стабилитроне и обратную связь. Обеспечьте ограничение тока на уровне 100 мА.
19. Спроектируйте полный источник питания на +5 В, 500 мА для цифровой логической схемы, используя трёхвыводной стабилизатор 7805.
20. Спроектируйте полный источник питания на +5 В, 2 А для цифровой логической схемы, используя трёхвыводной стабилизатор 7805 и внешний проходной транзистор

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»

### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Ромаш Эдуард Михайлович. Источники вторичного электропитания радиоэлектронной аппаратуры. - М. : Радио и связь, 1981. - 224 с. : ил. - (Массовая радиобиблиотека ; вып. 1035). - 1.40., 1 экз.
2. Кузовкин В. А. Электротехника и электроника : учебник / В. А. Кузовкин, В. В. Филатов. - Москва : Юрайт, 2022. - 431 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/488914> (дата обращения: 14.08.2022). - ISBN 978-5-534-08114-5 : 1329.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=820917&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Источники вторичного электропитания. Практикум / Подгорный В.В., Семенов Е.С. - Москва : Горячая линия - Телеком, 2013., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?>

Action=FindDocs&ids=646332&idb=0.

2. Мартынова И. О. Электротехника : Учебник / Мартынова И. О. - Москва : КноРус, 2023. - 304 с. - ISBN 978-5-406-11358-5., [https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?](https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=872736&idb=0)

Action=FindDocs&ids=872736&idb=0.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

<https://e.lanbook.com/>

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703833186.html>

<http://znanium.com>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, специализированным оборудованием: Учебно-лабораторный интерактивный комплекс «Специальные радиотехнические системы» для проведения занятий для студентов с использованием современного оборудования по теоретическим основам специальных радиотехнических систем, предусмотренных программой, оснащенное высокотехнологичным оборудованием: 4 базовых модуля лабораторного комплекса «Устройства генерирования и формирования сигналов» для проведения лабораторно-практических занятий по изучению радиопередающих устройств, устройств генерирования и формированию сигналов; сменный блок «Автогенераторы» для выполнения лабораторно-исследовательских работ по изучению принципов генерации в составе комплекса по изучению теоретических основ специальных радиотехнических систем или в составе базовых модулей лабораторного комплекса «Устройства генерирования и формирования сигналов»; офисное и мультимедийное оборудование, включая оборудование для представления презентаций и организации видеоконференцсвязи, специализированная мебель.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 11.05.02 - Специальные радиотехнические системы.

Автор(ы): Савельев Дмитрий Валерьевич, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Фитасов Евгений Сергеевич, доктор технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 25 мая 2023 г., протокол № 04/23.