

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ)**

**Институт информационных технологий и радиоэлектроники**



**УТВЕРЖДАЮ**  
**Директор института**

\_\_\_\_\_ **А.А. Галкин**

\_\_\_\_\_ **20** \_\_\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Электрические источники питания»**

**направление подготовки:**

**11.03.01 «Радиотехника»**

**направленность (профиль) подготовки:**

**Электронные цифровые устройства и системы**

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Электрические источники питания» является подготовка в области знания основных положений теории радиотехники, методов расчета современных радиотехнических систем и создания радиоэлектронной аппаратуры.

Задачи: Формирование практических навыков работы с научными методами расчета и конструирования аппаратуры, управления коллективами в области научно-исследовательской деятельности и организационно-управленческой деятельности.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Электрические источники питания» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Б1.В.ДВ.09.01

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Знать принципы сбора, отбора и обобщения информации. УК-1.2. Уметь соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности. УК-1.3. Владеть навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений	<i>Знает</i> принципы сбора, отбора и обобщения информации. <i>Умеет</i> соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности. Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений	КР Практико-ориентированное задание
ПК-1 Способен осуществлять техническое обслуживание радиоэлектронной аппаратуры	ПК-1.1. Знать способы тестирования сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры. ПК-1.2. Уметь использовать измерительное оборудование для регулировки сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры. ПК-1.3. Владеть навыками регулировки сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры.	<i>Знает</i> способы тестирования сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры. <i>Умеет</i> использовать измерительное оборудование для регулировки сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры. <i>Владеет</i> навыками регулировки сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры.	Тестовые вопросы Практико-ориентированное задание
ПК-3. Способен реализовывать программы экспериментальных	ПК-3.1. Знать принципы работы, устройство, технические возможности кон-	<i>Знает</i> принципы работы, устройство, технические возможности контрольно-	Тестовые вопросы Практико-ориентированное

исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов	<p>трольно-измерительного и диагностического оборудования.</p> <p>ПК-3.2. Уметь использовать оборудование для диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры.</p> <p>ПК-3.3. Владеть навыками устранения неисправностей, приводящих к возникновению неработоспособного состояния сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры.</p>	<p>измерительного и диагностического оборудования.</p> <p><i>Умеет</i> использовать оборудование для диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры.</p> <p><i>Владеет</i> навыками устранения неисправностей, приводящих к возникновению неработоспособного состояния сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры.</p>	задание
---	---	---	---------

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	В форме практической подготовки		
1.	Введение. Классификация устройств электропитания. Их роль и параметры.	4	1,2	2	4				
2.	Первичные источники питания.	4	3,4	2	4				
3.	Кислотные и щелочные аккумуляторы.	4	5,6	2	4				Рейтинг-контроль 1
4.	Радиоизотопные источники питания.	4	7,8	2	4				
5.	Трансформаторы и дроссели.	4	9,10	2	4				
6.	Выпрямители, сглаживающие фильтры и стабилизаторы тока и	4	11,12	2	4				Рейтинг-контроль 2

	напряжения.							
7.	Инверторы DC/AC.	4	13,14	2	4			
8.	Преобразователи DC/DC.	4	15,16	2	4			
9.	Силовая электроника.	4	17,18	2	4			Рейтинг-контроль 3
Всего за семестр			18	18	36			Зач., КР
Наличие в дисциплине КП/КР			+					
Итого по дисциплине		4	18	18	36			Зач., КР

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

Тема 1. Введение. Классификация устройств электропитания. Их роль и параметры. Содержание лекции. Первичные и вторичные источники электропитания. Основные параметры и характеристики.

Тема 2. Первичные источники питания. Содержание лекции. ГЭС, ТЭС. Химические источники. Термогенераторы. Солнечные батареи. Атомные батареи. Топливные элементы. Электрические машины.

Тема 3. Кислотные и щелочные аккумуляторы. Содержание лекции. Реагенты, пластины, сепараторы, конструкции. Емкость аккумулятора. Плотность электролита.

Тема 4. Радиоизотопные источники питания. Содержание лекции. Радиоизотопные источники энергии космических аппаратов. РИТЭГИ.

Тема 5. Трансформаторы и дроссели. Содержание лекции. Броневые, стержневые и тороидальные конструкции. Основные параметры. Методики расчета.

Тема 6. Выпрямители, сглаживающие фильтры и стабилизаторы тока и напряжения. Содержание лекции. Одно и двухполупериодные выпрямители. Схема Ларионова. Пульсации и их сглаживание.

Тема 7. Инверторы DC/AC. Содержание лекции. Преобразование постоянного напряжения в переменное. Методы и их особенности.

Тема 8. Преобразователи DC/DC. Содержание лекции. Преобразование постоянных напряжений в постоянные, но другой величины. Умножение напряжения. Высоковольтная электроника.

Тема 9. Силовая электроника. Содержание лекции. Биполярные и полевые ключи. Тиристоры. Динисторы и тринисторы. Сими-сторы.

### Содержание практических занятий по дисциплине

Тема 1. Основные параметры и характеристики устройств электропитания. Содержание темы. Используемые обозначения, стандарты.

Тема 2. Заряд разряд кислотных аккумуляторов. Содержание темы. Построение нагрузочных и внешних характеристик. Методики заряда аккумулятора.

Тема 3. Заряд разряд щелочных аккумуляторов. Содержание темы. Освоение методик заряда щелочных аккумуляторов.

Тема 4. Солнечные батареи и ветровые аккумуляторы. Содержание темы. Особенности преобразования бесплатной энергии солнца и ветра.

Тема 5. Расчет броневых трансформаторов. Содержание темы. Методики расчета. Выбор материала магнитопровода при разных частотах. Расчет обмоток.

Тема 6. Расчет стержневого трансформатора. Содержание темы. Методики расчета стержневых трансформаторов. Расчет тепловых режимов.

Тема 7. Расчет дросселя.

Содержание темы. Методики расчета дросселей. Определение толщины немагнитной прокладки. Построение внешней характеристики.  
Тема 8. Расчет сглаживающих фильтров.  
Содержание темы. Расчет сглаживающих фильтров на емкости, на индуктивности и LC- фильтров.  
Тема 9. Разработка преобразователя DC/DC.  
Содержание темы. Расчет двухтактного инвертора.

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **5.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **Вопросы для рейтинг-контроля**

##### Рейтинг-контроль 1

1. Что такое первичные источники электропитания?
2. Что такое вторичные источники электропитания?
3. Какая реакция происходит в кислотном аккумуляторе при разряде?
4. Какая реакция происходит в кислотном аккумуляторе при заряде?
5. Какая реакция происходит в щелочном аккумуляторе при разряде?
6. Какая реакция происходит в щелочном аккумуляторе при заряде?
7. Что такое электролит ?

##### Рейтинг-контроль 2.

1. Чем определяется выбор материала магнитопровода трансформатора или дросселя?
2. Какие виды трансформаторов Вам известны?
3. Чем обусловлены потери энергии в трансформаторах и дросселях?
4. Что является причиной подмагничивания магнитопроводов?
5. Как обеспечивается защита от вихревых токов в магнитопроводе?
6. Какие законы определяют работу трансформатора?
7. Почему с ростом частоты размеры трансформаторов уменьшаются?

##### Рейтинг-контроль 3

1. Какие типы выпрямителей применяются ?
2. Чем отличается балансный выпрямитель от мостового?
3. В чем отличия методов выпрямления переменного тока?
4. Почему в дросселях требуется немагнитный зазор?
5. Что такое сглаживание пульсаций и возможные методы?
6. Что такое инвертор?
7. С какими инверторами достигается коэффициент полезного действия 0,97-0,99?

#### **Тестовые вопросы к СРС**

1. Что такое первичные источники питания?
  - формирователи электрической энергии нужного для РЭА напряжения,
  - источники электрической энергии,
  - преобразователи напряжения и тока.
2. Что такое вторичные источники питания?
  - источники питания второго сорта,
  - преобразователи напряжения и тока в нужные величины,
  - источники электрической энергии.
3. Какая кислота используется в свинцовых кислотных аккумуляторах?
  - серная,
  - азотная.
4. Где применяют кислотные аккумуляторы?
  - для питания мобильных устройств,
  - для освещения в транспортных средствах,

- в пусковых устройствах
- 5. Где применяют щелочные аккумуляторы?
  - в средствах связи,
  - в космических аппаратах,
  - в тяговых машинах.
- 6. Где применяют водородные аккумуляторы?
  - в авиации,
  - в подводных лодках,
  - в космических аппаратах.
- 7. Как работает однополупериодный выпрямитель?
  - Заряжает конденсатор одной полуволной переменного напряжения и разряжает при другой,
  - заряжает конденсатор двумя полуволнами переменного напряжения,
- 8. Как работает двухполупериодный выпрямитель?
  - заряжает конденсатор одной полуволной переменного напряжения и разряжает при другой,
  - заряжает конденсатор двумя полуволнами переменного напряжения,
- 9. Что такое пульсации напряжения?
  - переменное напряжение из-за зарядов и разрядов конденсатора выпрямителя,
  - интерполяция напряжений от выпрямления двух полупериодов переменного напряжения.
- 10. В открытом или в закрытом состоянии работает полупроводниковый стабилизатор?
  - только в открытом,
  - всегда в закрытом,
  - поочередно, то открываясь, то закрываясь.
- 11. Как работает балансный выпрямитель?
  - также как двухтактный, используя два диода,
  - как одноконтурный выпрямитель.
- 12. Как работает трехфазный выпрямитель Ларионова?
  - поочередно выпрямляя напряжения каждой фазы
  - преобразуя трехфазное напряжение в двухфазное
- 13. Как работает удвоитель напряжения?
  - накапливая выпрямляемое напряжение на двух конденсаторах,
  - суммируя напряжение от двух источников,
- 14. Какой КПД у ключевых инверторов?
  - больше чем у двухполупериодных выпрямителей,
  - меньше чем у трансформаторной схемы,
  - больше чем у трансформаторной схемы.
- 15. Масса и габариты ключевых инверторов выше чем у трансформаторных?
  - выше,
  - ниже,
  - одинаковые.

## **5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины**

### **Вопросы к зачету**

1. Принципы работы ГЭС и ТЭС.
2. Основные характеристики первичных источников электропитания.
3. Особенности кислотных аккумуляторов.
4. Как работают термогенераторы.
5. Особенности щелочных аккумуляторов.
6. Как работают атомные батареи.
7. Электрические машины и чем их вращают.
8. Выпрямители и их виды.
9. Фильтры пульсаций.
10. Регуляторы напряжения и тока.
11. Стабилизаторы напряжения.
12. Стабилизаторы тока.
13. Мостовая схема Грета.
14. Балансная схема выпрямителя.

15. Особенности трехфазных сетей и их выпрямители.
16. Силовые ключи и требования к ним.
17. Инверторы напряжения.
18. Характеристики инверторов разных типов.
19. Умножители напряжения.
20. Особенности высоковольтных источников электропитания.

**Задания к курсовой работе** (Выбирается номер варианта, соответствующий порядковому номеру по списку учебной группы)

№ п/п	Тема	Входное напряжение	Выходные напряжения	Выходные токи	Управление	Примечание
1	Расчет преобразователя трехфазного тока	380х3, 50 Гц переменного тока	27 В Пост. тока	30 А	-	
2	Расчет преобразователя	28 В Пост. тока	400 В, 600 Гц Переменного тока	1.0 А	Внешнее	
3	Расчет преобразователя трехфазного тока	220х3, 50 Гц переменного тока	72 В Пост. тока 12 В Пост. тока	1 А 5 А	-	
4	Расчет вторичного источника питания	220 В, 50 Гц	400 В Пост. тока	0,5 А	-	
5	Расчет преобразователя	28 В Пост. тока	350 В, 200 Гц Переменного тока	1.2 А	Внешнее	
6	Расчет преобразователя	72 В Пост. тока	400 В, 400 Гц Переменного тока	1.0 А	Внешнее	
7	Расчет преобразователя	28 В Пост. тока	400 В, 200 Гц Переменного тока	1.0 А	Внешнее	
8	Расчет преобразователя	72 В Пост. тока	1000 В, 600 Гц Переменного тока	0.5 А	Внешнее	
9	Расчет вторичного источника питания	220 В, 50 Гц	27 В Пост. тока 12 В Пост. тока 7 В Пост. тока	1 А 5 А 1А	-	
10	Расчет Ш-образного трансформатора	$\pm 28 \text{ В}$ Меандр 400 Гц	$\pm 400 \text{ В}$ Меандр 400 Гц	1 А	-	
11	Расчет тороидального трансформатора	$\pm 28 \text{ В}$ Меандр 50 Гц	$\pm 400 \text{ В}$ Меандр 50 Гц	1 А	-	
12	Расчет дросселя с немагнитным зазором	100 В 200 Гц	100 В	1А	-	Индуктивность 0,5 Гн
13	Расчет вторичного источника питания	72 В, 400 Гц Переменного тока	27 В Пост. тока	5 А	-	
14	Расчет вторичного источника питания	27 В, 400 Гц Переменного тока	50 В Пост. тока	2 А	-	
15	Расчет дросселя с немагнитным зазором	1000 В 400 Гц	1000 В	0,5 А	-	Индуктивность 0,4 Гн
16	Расчет дросселя немагнитным за-	100 В 200 Гц	100 В	1 А	-	Индуктивность

	зором					0,5Гн
17	Расчет преобразователя	36 В Пост. тока	400 В, 400 Гц Переменного тока	1.0 А	Внешнее	
18	Расчет преобразователя	12 В Пост. тока	220 В, 50 Гц Переменного тока	1.0 А	Внешнее	
19	Расчет преобразователя	28 В Пост. тока	400 В, 200 Гц Переменного тока	1.0 А	Внешнее	
20	Расчет мощного преобразователя	220 В, 50 Гц переменного тока	40 В Пост. тока	20 А	-	

Отчетная документация к курсовой работе:

- Пояснительная записка на курсовую работу.
- Чертеж схемы электрической принципиальной устройства (Формат А4)
- Чертеж конструкции устройства (Формат А4).

Пояснительная записка выполняется в соответствии с требованиями на учебную документацию и должна содержать: анализ задания, расчетную часть, конструкторскую часть, заключение с указанием полученных параметров, список использованной литературы.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

#### Задания контроля СРС по дисциплине

1. Свинцовые аккумуляторы и их особенности.
2. Щелочные никель-кадмиевые аккумуляторы.
3. Никель-железные аккумуляторы.
4. Никель-металлогидридные аккумуляторы (Ni-MH).
5. Никель-цинковые аккумуляторы.
6. Серебряно-цинковые и серебряно-кадмиевые аккумуляторы.
7. Никель-водородные аккумуляторы.
8. Литий ионные аккумуляторы (Li-ion).
9. Литий-полимерные аккумуляторы LipoL.
10. Однополупериодный выпрямитель.
11. Двухполупериодный мостовой выпрямитель.
12. Двухполупериодный балансный выпрямитель.
13. Фильтры сглаживания пульсаций.
14. Стабилизаторы напряжений.
15. Умножители напряжения.
16. Импульсные источники питания.
17. Прямоходовый преобразователь напряжения.
18. Обратныхходовый преобразователь напряжения
19. Двухтактный инвертор.
20. Мостовой инвертор.
21. Полумостовой инвертор.
22. Инверторы с самовозбуждением.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы, автор, название, вид издания, издательство	Год издания	Книгообеспеченность
		Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
Основная литература		
Москатов, Е.А. Источники питания /Е.А. Москатов/. - СПб. - Корона-Век. - 2012. - 208 с.	2012	Свободный доступ: <a href="http://padabum.com/d.php?id=16856">http://padabum.com/d.php?id=16856</a>



Гейтенко, Е.Н. Источники вторичного электропитания схемотехника и расчет/Е.Н. Гейтенко/. - М.: Солон-Пресс. - 2008.- 448 с.	2008	Свободный доступ: <a href="http://padabum.com/d.php?id=7738">http://padabum.com/d.php?id=7738</a>
Браун М. Источники питания. Расчет и конструирование/Перевод с англ. Л.С. Попова/. - МК-Пресс, 2007. - 288 с.	2007	Свободный доступ: <a href="http://padabum.com/d.php?id=16384">http://padabum.com/d.php?id=16384</a>
<b>Дополнительная литература</b>		
Артамонов, Б.И. Источники электропитания радиоустройств /Артамонов Б.И. Бокуняев А.А. /. - М.: Энергоиздат, 1982. - 296 с.	1982	Свободный доступ: <a href="http://padabum.com/d.php?id=7725">http://padabum.com/d.php?id=7725</a>
Готлиб, И.М. Источники питания. Инверторы. Конверторы. Линейные и импульсные стабилизаторы/И.М. Готлиб/. - М. : ПОСТМАРКЕТ. - 2002. - 544 с.	2002	Свободный доступ: <a href="http://padabum.com/d.php?id=15324">http://padabum.com/d.php?id=15324</a>
Кашкаров, А.П. Оригинальные конструкции источников питания /Кашкаров А.П., Колдунов А.С./-. - М.: ДМК Пресс, 2010. - 160 с.	2010	Свободный доступ: <a href="http://padabum.com/d.php?id=44579">http://padabum.com/d.php?id=44579</a>

## 6.2 Периодические издания

### Отечественные журналы:

- Проектирование и технология электронных средств;
- Приборы и техника эксперимента.

### Зарубежные журналы:

- IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.

### Интернет ресурс:

- Электропитание устройств и систем телекоммуникаций. Красноярск Сибирский федеральный университет. Свободный доступ. <https://www.sibsau.ru/sveden/edufiles/131689/>
- Электропитающие устройства и линии автоматики, телемеханики и связи. Свободный доступ. <https://lokomu.ru/elektrosnabzhenie/elektropitayuschie-ustroystva-i-linii-avtomatiki-telemehaniki-i-svyazi-97.html>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины используются лекционные помещения для проведения занятий в ауд. 301-3.

Рабочую программу составил Самойлов А.Г., д.т.н., профессор, научный сотрудник ОАО «ВКБР» \_\_\_\_\_

Рецензент \_\_\_\_\_

ОАО «Владимирское КБ радиосвязи», Генеральный директор, А.Е. Богданов \_\_\_\_\_

Программа одобрена на заседании каф. РТ и РС

Протокол № 1 от 21.08.20

Заведующий кафедрой РТ и РС. \_\_\_\_\_ Никитин О.Р

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

на заседании учебно-методической комиссии направления 11.03.01 «Радиотехника»

Протокол № 1 от 4.09.20 года

Председатель комиссии Никитин О.Р., зав. каф. РТ и РС \_\_\_\_\_

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 21/22 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 20.08.21 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

*О.Р. Никитин*

Рабочая программа одобрена на 22/23 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 29.08.22 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

*М.А. Кофеева*

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_