


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А. ЕСЕНИНА»

Утверждаю:
Декан
физико-математического
факультета

Н.Б. Федорова
«30» августа 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электротехника и электроника

Уровень основной профессиональной образовательной программы
бакалавриат

Направление подготовки 44.03.01 **Педагогическое образование**

Направленность (профиль) подготовки **Технология**

Форма обучения **заочная**

Сроки освоения ОПОП **нормативный срок освоения (4 г 6м)**

Факультет **физико-математический**

Кафедра **общей и теоретической физики и МПФ**

Рязань, 2018

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

Целью освоения учебной дисциплины «Электроника и электротехника» является формирование у обучающихся компетенций в процессе овладения ими знаний физических основ работы, принципов действия, характеристик электромеханических и электромашиных устройств с электронным управлением применительно к системам автоматического управления

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВУЗА

2.1 Учебная дисциплина Б1.В.ДВ.4.2 «Электроника и электротехника» относится к вариативной части Блока 1 (Дисциплины по выбору).

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

- Физические измерения / Основы метрологии;
- Физика;
- Математика.

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- Методика обучения и воспитания по профилю "Технология";
- Управление, организация и планирование производства;

2.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общекультурных (ОК) (общепрофессиональных- ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

№ п/п	Но-мер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			Знать	Уметь	Владеть
1	2	3	4	5	6
1.	ОК-3	способность использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве	основные положения современной естественно-научной картины мира, области их практического применения, место и роль естественнонаучных и математических знаний в современном информационном пространстве	использовать знания о современной естественно-научной картине мира для ориентирования в современном информационном пространстве, применять методы математической обработки информации теоретических и экспериментальных исследований	навыками привлечения физических и математических знаний для истолкования естественнонаучных явлений, обработки экспериментальных и теоретических данных с использованием ИТ технологий
2.	ПВК-1	Способность использовать концептуальные и теоретические основы физики, владеет системой знаний о фундаментальных физических законах и теориях, физической сущности явлений и процессов в природе и технике	Основы статистического подхода при анализе явлений и процессов в природе и технике Ключевую проблематику в области электротехники	Ставить и решать задачи электротехники на основе знания основ физики Анализировать физическую сущность явлений и процессов природы и техники на основе статистического подхода	Системой знаний об фундаментальных физических законах и теориях

2.5 Карта компетенций дисциплины.

КАРТА КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ					
НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ: Электроника и электротехника					
Цель дисциплины		формирование у обучающихся компетенций в процессе овладения ими знаний физических основ работы, принципов действия, характеристик электромеханических и электромашинных устройств с электронным управлением применительно к системам автоматического управления			
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие					
Общекультурные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ОК-3	способность использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве	<p><u>Знать:</u> основные положения современной естественно-научной картины мира, области их практического применения, место и роль естественнонаучных и математических знаний в современном информационном пространстве</p> <p><u>Уметь:</u> использовать знания о современной естественно-научной картине мира для ориентирования в современном информационном пространстве, применять методы математической обработки информации теоретических и экспериментальных исследований</p> <p><u>Владеть:</u> навыками привлечения естественно-научных знаний в образовании, к обработке экспериментальных и теоретических данных с использованием методов математической статистики и соответствующих компьютерных технологий</p>	В процессе лекций, при подготовке к лабораторным занятиям, при сдаче лабораторных работ и решении задач, в процессе самостоятельной работы	Лабораторные работы, зачет	<p>ПОРОГОВЫЙ: Способен использовать теоретические знания при рассмотрении типовых явлений и задач. Может применять методы обработки информации в обычной ситуации</p> <p>ПОВЫШЕННЫЙ: Способен самостоятельно использовать теоретические знания при рассмотрении нестандартных задач. Может применять методы обработки информации в нестандартной ситуации</p>
Профессиональные компетенции:					

КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ПВК-1	Способность использовать концептуальные и теоретические основы физики, владеет системой знаний о фундаментальных физических законах и теориях, физической сущности явлений и процессов в природе и технике	<p>Знать основы статистического подхода при анализе явлений и процессов в природе и технике</p> <p>ключевую проблематику в области электротехники</p> <p>Уметь ставить и решать задачи электротехники на основе знания основ физики;</p> <p>анализировать физическую сущность явлений и процессов природы и техники</p> <p>Владеть системой знаний об фундаментальных физических законах и теориях электротехники</p>	В процессе лекций, при подготовке к лабораторным занятиям, при сдаче лабораторных работ и решении задач, в процессе самостоятельной работы	Лабораторные работы, зачет	<p>Пороговый</p> <p>Способен ориентироваться в структуре, целях и задачах современной статистической физики, определять ее место в структуре физического знания</p> <p>Повышенный</p> <p>Способен выявлять физическую сущность и объяснять явления и процессы в природе и технике с позиций статистической физики</p>

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. ОБЪЁМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		№ 3
		часов
1	2	3
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	12	12
В том числе:		
Лекции (Л)	6	6
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)	-	-
Лабораторные занятия (ЛР)	6	6
2. Самостоятельная работа студента (всего)	56	56
В том числе		
<i>СРС в семестре:</i>	56	56
Курсовая работа	-	-
Другие виды СРС:		
формирование и изучение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы;	14	14
подготовка к лабораторным работам, их оформление;	29	29
выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач	13	13
<i>СРС в период сессии</i>		
Вид промежуточной аттестации	зачёт	4
		4

	экзамен		
<i>ИТОГО:</i> Общая трудоёмкость	часы	72	72
	зач. ед.	2	2

2.1 Содержание разделов учебной дисциплины

№ курс	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Содержание раздела в дидактических единицах
3	1	Основные понятия и законы электромагнитного поля, электрические и магнитные цепи	Основные понятия и законы электромагнитного поля, электрические и магнитные цепи. Физические принципы построения электромеханических и электромагнитных устройств. Назначение электромагнитных и электромашинных устройств, их классификация и характеристики
	2	Цепи постоянного, синусоидального и несинусоидального тока	Цепи постоянного, синусоидального и несинусоидального тока.
	3	Электрические и магнитные поля; поверхностный эффект и эффект близости, электромагнитное экранирование	Электрические и магнитные поля; поверхностный эффект и эффект близости, электромагнитное экранирование.
	4	Электромагнитные устройства и электрические машины; трансформаторы, машины постоянного тока, асинхронные и синхронные машины. Электромеханические аналоги. Урав-	Электромагнитные устройства и электрические машины; трансформаторы, машины постоянного тока, асинхронные и синхронные машины. Электромеханические аналоги. Урав-

		го тока, асинхронные и синхронные машины	нения Лагранжа-Максвелла. Энергия электрического и магнитного полей. Силы и моменты, возникающие при электромеханическом преобразовании энергии. Электромагнитные, электродинамические и электростатические преобразователи. Анализ электромеханического преобразователя как динамической системы. Принцип действия электрической машины. Однонаправленные преобразователи энергии в электрических машинах. Электромагнитные преобразователи энергии вращающимся магнитным полем. Классификация электрических машин.
	5	Основы электроники, элементная база современных электронных устройств	Основы электроники, элементная база современных электронных устройств. Силовая электроника. Аналоговая электроника.
	6	Основы цифровой электроники, микропроцессорные средства	Основы цифровой электроники, микропроцессорные средства. Цифровая микроэлектроника. Триггеры. ЦАП и АЦП.

2.2. Разделы дисциплины, виды учебной деятельности и формы

контроля

№ курса	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)				
			Л	ЛР	ПЗ	СРС	всего
3	1.	Основные понятия и законы электромагнитного поля, электрические и магнитные цепи	1	1	-	9	11
	2.	Цепи постоянного, синусоидального и несинусоидального тока	1	1	-	10	12
	3.	Электрические и магнитные поля; поверхностный эффект и эффект близости, электромагнитное экранирование	1	1	-	9	11
	4.	Электромагнитные устройства и электрические машины; трансформаторы, машины постоянного тока, асинхронные и синхронные машины	1	1	-	10	12
	5.	Основы электроники, элементная база современных электронных устройств	1	1	-	9	11
	6.	Основы цифровой электроники, микропроцессорные средства	1	1	-	9	11
		Зачет					4
		ИТОГО	6	6	-	56	72

3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

3.1. Виды СРС

№ курса	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды СРС	Всего часов
3	1	Основные понятия и законы электромагнитного поля, электрические и магнитные цепи	<ul style="list-style-type: none"> • формирование и изучение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы; • подготовка к лабораторным работам, их оформление; 	5 4
	2	Цепи постоянного, синусоидального и несинусоидального тока	<ul style="list-style-type: none"> • подготовка к лабораторным работам, их оформление; • выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач 	5 5
	3	Электрические и магнитные поля; поверхностный эффект и эффект близости, электромагнитное экранирование	<ul style="list-style-type: none"> • подготовка к лабораторным работам, их оформление; • выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач. 	5 4
	4	Электромагнитные устройства и электрические машины; трансформаторы, машины постоянно-	<ul style="list-style-type: none"> • формирование и изучение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы • выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач 	5 5

	го тока, асинхронные и синхронные машины		
5	Основы электроники, элементная база современных электронных устройств	<ul style="list-style-type: none"> • подготовка к лабораторным работам, их оформление; • формирование и изучение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы; 	5 4
6	Основы цифровой электроники, микропроцессорные средства	<ul style="list-style-type: none"> • подготовка к лабораторным работам, их оформление; • формирование и изучение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы; 	5 4
ИТОГО			56

3.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

На рис. 85 приведены схемы двухполупериодного выпрямителя, параметрического и компенсационного стабилизаторов напряжения, которые можно использовать для питания различной транзисторной аппаратуры как отдельно, так и совместно.

Двухполупериодный выпрямитель (рис. 85, а) образуют трансформатор Т1, понижающий напряжение сети до 12... 13 В, диоды V1 — V4, включенные по мостовой схеме, и конденсатор С1, сглаживающий пульсации выпрямленного напряжения. Трансформатор первичной обмоткой I присоединяют к электроосветительной сети через плавкий предохранитель F1 на ток 0,5 А. Нагрузку или стабилизатор напряжения подключают к разъему X1, являющемуся выходом выпрямителя. Сила тока, потребляемого нагрузкой, может достигать 0,4...0,5 А при значительных пульсациях выпрямленного напряжения.

Параметрический стабилизатор (рис. 85, б) состоит из резистора R1 и стабилитрона V5. Его вход подключают к выходу выпрямителя через разъем X2, а нагрузку к выходу стабилизатора через разъем X3. Выходное напряжение 9 В (зависит от напряжения стабилизации используемого стабилитрона), максимальный ток нагрузки — 15...20 мА.

Компенсационный стабилизатор (рис. 85, в) входным разъемом X4 подсоединяют к выходу выпрямителя, а стабилизированное напряжение питания нагрузки снимают с выходного разъема X5. Транзистор V6 — регулирующий элемент стабилизатора. Постоянное напряжение на его базу подается с параметрического стабилизатора R2V5. Балластный резистор R3 поддерживает рабочий режим регулирующего транзистора при отключенной нагрузке. Максимальный ток, потребляемый нагрузкой, может составлять 200 мА. Коэффициент стабилизации выходного напряжения около 30, выходное сопротивление не более 2 Ом.

Возможные конструкции выпрямителя и стабилизаторов напряжения (Разработаны В. Васильевым г. Москва), показаны на рис. 86. Стабилизаторы выполнены в виде сменных приставок к выпрямителю.

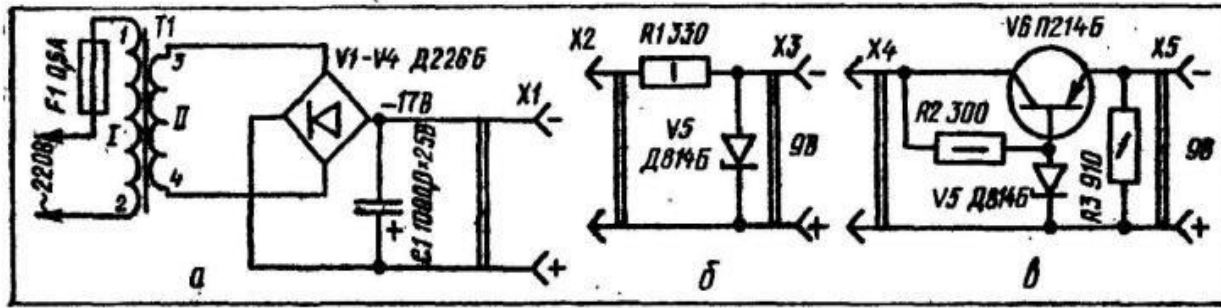


Рис. 85. Схемы выпрямителя и стабилизаторов напряжения блока питания транзисторной аппаратуры

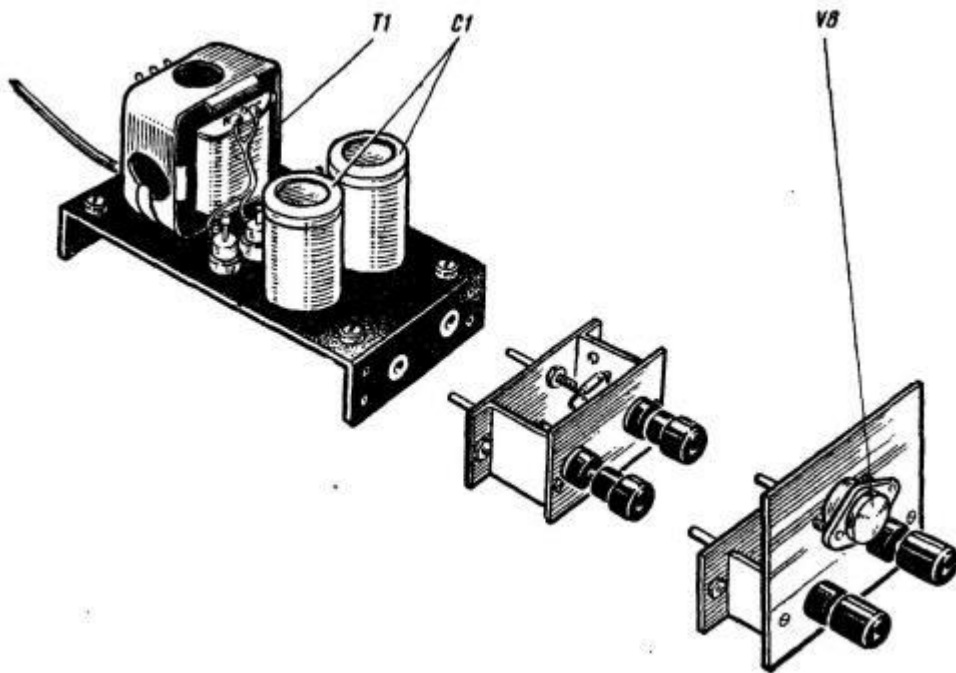


Рис. 86. Конструкции выпрямителя и стабилизаторов напряжения

Ознакомьтесь с реальной схемой стабилизатора

Стабилизатор, схема которого приведена на рис. 87, с двумя фиксированными выходными напряжениями: при включении стабилитрона Д810 (V2) напряжение на входе стабилизатора будет 9 В, при включении стабилитрона Д814Д (V3) — 12 В. Резистор R1 и подсоединенный к нему (переключателем S2) стабилитрон образуют параметрический стабилизатор, создающий на базе управляющего транзистора V4 (относительно минусового проводника) положительное напряжение, соответствующее напряжению стабилизации включенного стабилитрона. Коллекторной нагрузкой этого транзистор; служит эмиттерный переход регулирующего транзистора V5. Нагрузка, подключенная к выходу стабилизатора, оказывается включенной в коллекторную цепь регулирующего транзистора. Диод V6 и V7 — элементы защиты от перегрузок.

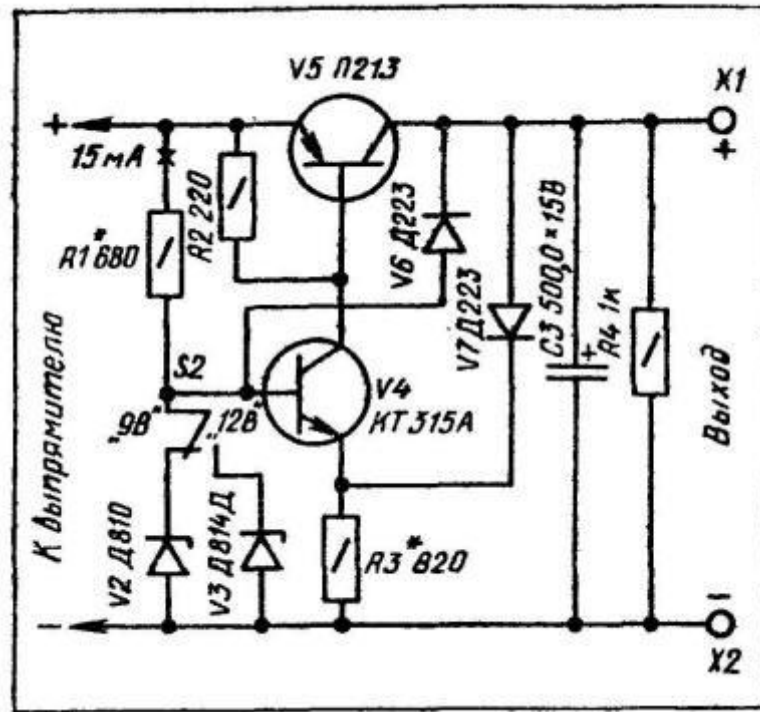


Рис. 87. Схема стабилизатора напряжения с двумя фиксированными выходными напряжениями и защитой от перегруз-

зок. Пока ток нагрузки не превышает 250...300 мА, диод V7 открыт и образует с резистором R3 делитель напряжения, обуславливающего момент срабатывания защиты. Диод V6 в это время закрыт и не влияет на работу стабилизатора.

При коротком замыкании или чрезмерно большом потребляемом токе анодный вывод диода V7 оказывается соединенным с минусовым проводником через малое сопротивление нагрузки и диод закрывается. Диод же V6, наоборот, в это время открывается и шунтирует включенный стабилитрон. При этом оба транзистора закрываются, и ток во внешней цепи падает до 20...30 мА. Регулирующий транзистор V5 (П213, П214, П217) должен быть с теплоотводящим радиатором. Транзистор КТ315 можно заменить кремниевыми п-р-п транзисторами КТ301, КТ312, МП111 — МП113 с коэффициентом передачи тока 40...50, а диод Д223 — диодами Д20, Д206, Д226 с любыми буквенными индексами.

Налаживают этот стабилизатор так. К зажимам X1 и X2 подключают вольтметр постоянного тока и последовательно соединенные проволочный переменный резистор (он имитирует нагрузку) сопротивлением 400...500 Ом и миллиамперметр на ток 500 мА. Движок резистора устанавливают в положение наибольшего введенного сопротивления и подключают вход стабилизатора к выходу выпрямителя. Вольтметр должен показывать напряжение, соответствующее включенному стабилитрону, а миллиамперметр — ток, не превышающий 30 мА.

С уменьшением сопротивления переменного резистора ток через нагрузку должен увеличиваться, а напряжение на нем оставаться практически неизменным. При замыкании выводов переменного резистора должно резко уменьшиться выходное напряжение! — почти до нуля — и ток через нагрузку — до 20...30 мА.

После наладки стабилизатора надо подобрать резистор R3 такого сопротивления, чтобы система защиты срабатывала при токе нагрузки 250...300 мА.

Схемы выпрямителей, стабилизаторов и зарядных устройств для аккумуляторов зависят от конкретных требований.

В качестве примеров систем электропитания на рис.10.1-рис.10.7 приведены принципиальные схемы выпрямителей и стабилизаторов, на рис. 10.8 - схемы зарядных устройств для аккумуляторов.

Ниже представлено несколько вариантов стабилизированных источников питания, которые удачно сочетают в себе высокое (оптимальное) качество, простоту и низкую стоимость схемотехнической реализации. При этом данные устройства могут быть реализованы как на дискретных активных элементах - транзисторах, так и с использованием интегральных микросхем (ИС).

Для относительно простых устройств вполне достаточны стабилизаторы, обеспечивающие выходные токи в несколько десятков миллиампер. Для более сложных, например, имеющих в своем составе усилители мощности (для передатчиков - мощные оконечные каскады, для приемников - усилители низкой частоты с выходной мощностью более 0.1Вт) требуются стабилизаторы, рассчитанные на выходные токи 100 и более миллиампер.

От величин потребляемых токов (и мощности) зависят не только конструкции стабилизаторов, но и схемы выпрямителей и фильтров, типы и значения их элементов.

Силовой трансформатор, количество и типы выпрямительных диодов определяются схемой источника питания и токами потребления. Обычно в выпрямителях используют кремниевые диоды, для которых прямое напряжение составляет 0.6В. Конденсаторы фильтров обеспечивают сглаживание выпрямленных напряжений до допустимых уровней пульсации. Величину необходимой емкости конденсатора фильтра можно найти из следующих выражений. Для емкости конденсатора фильтра C при заданных величинах пульсации на выходе фильтра dU и токе нагрузке $I_{нагр}$:

$C = I_{нагр}/fdU$ - для однополупериодного выпрямления, $C = I_{нагр}/2fdU$ - для двухполупериодного выпрямления.

На рис. 10.1 представлены схемы источников питания, использующие в своем составе понижающие трансформаторы, двухполупериодные диодные выпрямители, фильтры и стабилизаторы.

На рис. 10.2 (а,б) представлены схемы (уже ставшие классическими) последовательных стабилизаторов напряжений: положительных (а) и отрицательных (б). Схемы содержат: источники опорных напряжений - $D1, D2$; проходные регулирующие транзисторы - $T1, T3$, токи через которые управляются усилителями рассогласования - $T2, T4$. Не инвертирующими входами этих усилителей являются эмиттеры, на которые подаются опорные напряжения, инвертирующими входами служат базы транзисторов, на которые подаются сигналы управления. Коллекторные нагрузки усилителей состоят из параллельных соединений коллекторных резисторов (для первого стабилизатора - $R2$, для второго - $R7$) и входных сопротивлений регулирующих транзисторов (для первого - $T1$, для второго - $T3$). Резисторы $R1, R6$ задают начальные токи через стабилитроны. Сигналы регулирования (отрицательной обратной

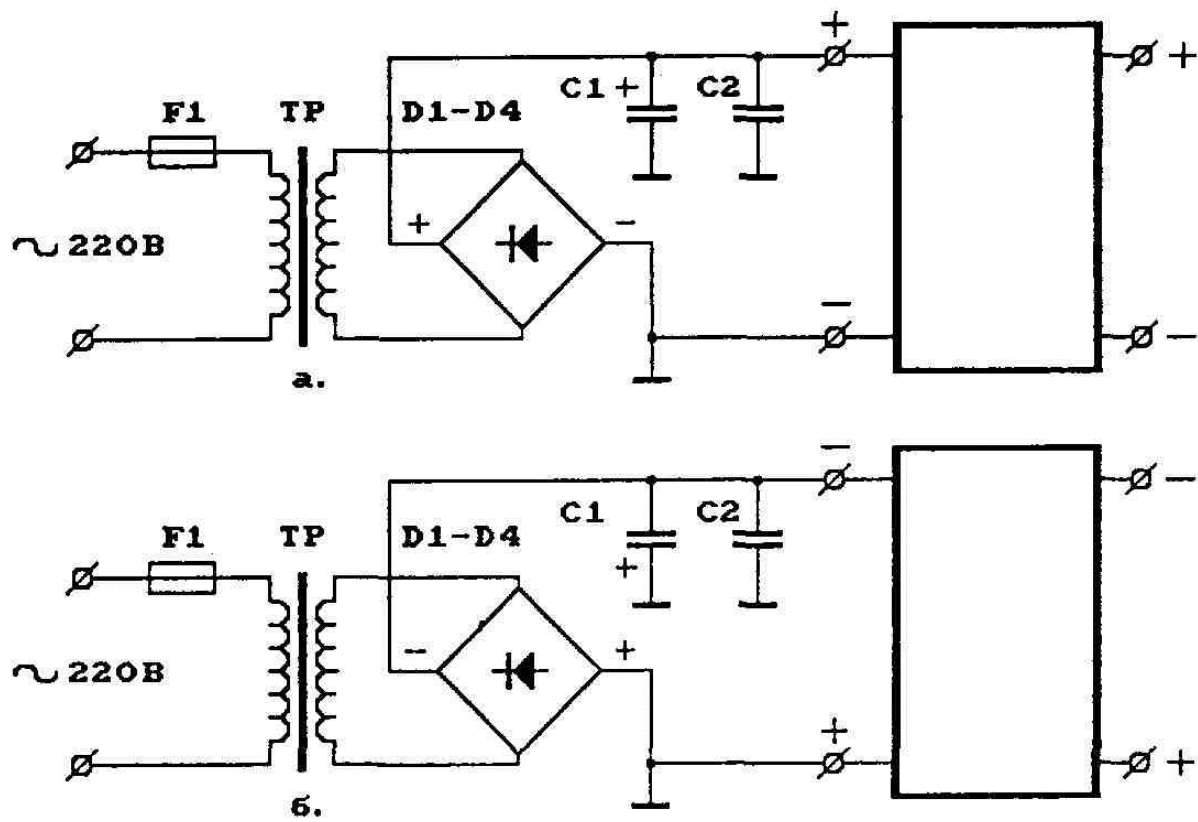


Рис. 10.1. Схемы источников питания:

понижающие трансформаторы, выпрямители, фильтры и стабилизаторы.

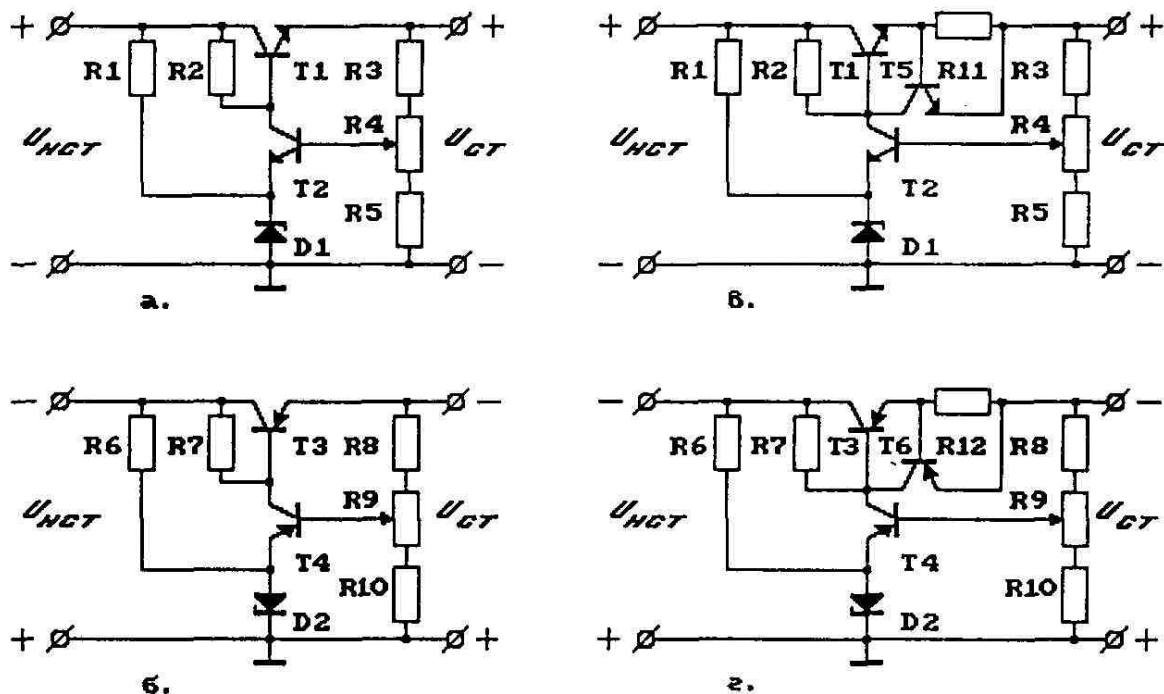


Рис. 10.2. Схемы последовательных стабилизаторов напряжений:

положительных (а, в) и отрицательных (б, г);

а, б - без защиты от к.з., в, г - с защитой от к.з.

связи) транзисторами Т1, Т3 для усиления транзисторами Т2, Т4 снимаются с делителей R3-R4-R5. R8-R9-R10. Вращением движков потенциометров R4. R9 можно менять стабилизированные выходные напряжения. При этом данные делители цепей отрицательных обратных связей - R3-R5, R8-R10 позволяют точно установить выходные напряжения стабилизаторов на заданных уровнях независимо от разбросов абсолютных значений опорных напряжений. Данные стабилизаторы имеют выходные напряжения U_{CT} большие, чем опорные U_{on} :

$U_{CT} = U_{on} [(R3+R4+R5)/(R5+dR4)]$ - для первой схемы (а), $U_{CT} = U_{on} [(R8+R9+R10)/(R5+dR10)]$ - для второй схемы (б),

где $dR4$ - нижняя по схеме часть резистора R4. $dR10$ - аналогично.

Если $R3=0$, $R8=0$ и движки переменных резисторов $R4$, $R9$ в крайних верхних положениях, то $U_{CT. \text{ мин}} = U_{оп}$. Максимальные выходные стабилизированные напряжения $U_{ст. \text{ мах}}$ достигаются в нижних крайних положениях движков переменных резисторов $R4$, $R9$ и при $R5=0$. $R10=0$. Для обеспечения нормальной работы стабилизаторов УСТ должно быть меньше входного нестабилизированного напряжения на 3-5В с учетом возможной нестабильности сетевого напряжения 220В/127В -обычно в пределах 10%. При выборе значений номиналов резисторов $R1$, $R2$. $R6$. $R7$ необходимо учитывать, что оптимальный ток стабилитронов - 5-10ма. коэффициенты стабилизации в значительной степени зависят от коэффициентов усиления усилителей сигналов рассогласования ($T2$. $T4$), которые определяются токами через $R2$. $R7$, оптимально 1-2ма. Коэффициенты стабилизации зависят от углов поворота потенциометров $R4$. $R9$. поэтому, если не обеспечен запас по усилению усилителей рассогласования, невыгодно делать широкими пределы регулирования стабилизированного напряжения УСТ. Обычно УСТ. макс превышает напряжение стабилитрона не более чем в 2-3 раза.

Представленные схемы стабилизаторов не имеют защиты от перегрузок по току и коротких замыканий на выходе, что может в таких случаях привести к выходу из строя проходных регулирующих транзисторов - $T1$. $T3$. Для защиты стабилизаторов целесообразно дополнить их схемы цепями ограничения выходного тока.

На рис. 10.2 (в.г) представлены схемы последовательных стабилизаторов положительных и отрицательных напряжений с цепями ограничения выходного тока - защита от коротких замыканий (к.э.).

Цепи ограничения выходных токов состоят из транзисторов $T5$. $R11$ и $T6$. $R12$. Работа данных цепей осуществляется следующим образом. Повышение выходного тока вызывает увеличение напряжения на резисторах $R11$ и $R12$, включенных последовательно с транзисторами $T1$, $T3$. При достижении напряжения 0.7В открываются транзисторы $T5$, $T6$, в результате чего закрываются проходные регулирующие транзисторы - $T1$, $T3$. Таким образом токи через данные транзисторы - выходные токи стабилизаторов оказываются ограниченными. Значения резисторов $R11$ и $R12$ определяются из следующего выражения $R11 = 0.7В / I_{\text{вых1}}$ [ом]. $R12 = 0.7В / I_{\text{вых2}}$ [ом]. При выходном токе стабилизатора 100мА значение резистора ($R11$. $R12$) составляет примерно 7ом. Мощность такого резистора определяется из следующей формулы:

$$W = I^2 * R = 0.1^2 * 7 \text{ ВТ} = 0.07 \text{ ВТ}.$$

Как отмечалось выше. одним из важнейших параметров стабилитронов являются коэффициенты стабилизации, которые в значительной степени зависят от коэффициентов усиления усилителей сигналов рассогласования. Однако получить большие коэффициенты усиления при использовании одиночных транзисторов не представляется реальным. Коэффициент стабилизации в этом случае обычно не превышает нескольких десятков.

Значительного увеличения коэффициентов стабилизации можно достичь применением в качестве усилителей рассогласования операционных усилителей (ОУ), коэффициенты усиления которых у современных ОУ составляют десятки

тысяч. Коэффициенты стабилизации в этом случае могут достигнуть нескольких тысяч, а пульсации будут пренебрежительно малы. Обычно пульсации на выходе много меньше 1 мВ.

На рис. 10.3 представлены схемы последовательных стабилизаторов положительных и отрицательных напряжений с усилителями рассогласования на ОУ

Как и в случае предыдущих схем стабилизаторов с усилителями рассогласования на транзисторах, данные схемы стабилизаторов с ОУ (рис.10.3.а,б) могут быть дополнены цепями защиты от перегрузок по выходному току и от коротких замыканий на выходе стабилизаторов (рис. 10.3.в,г). Это позволяет защитить проходные регулирующие транзисторы - Т1, Т2 и защитить питаемые устройства от возможного опасного для них повышения напряжения их питания.

Схемы стабилизаторов рекомендуются для использования в источниках +15В, -15В, +5В, -5В. Однако, могут быть успешно применяться и для стабилизации других напряжений.

Все представленные и описанные выше схемы стабилизаторов, как можно было заметить, рассчитаны на относительно низкие выходные токи – до 100мА. Как правило, этого вполне достаточно для питания

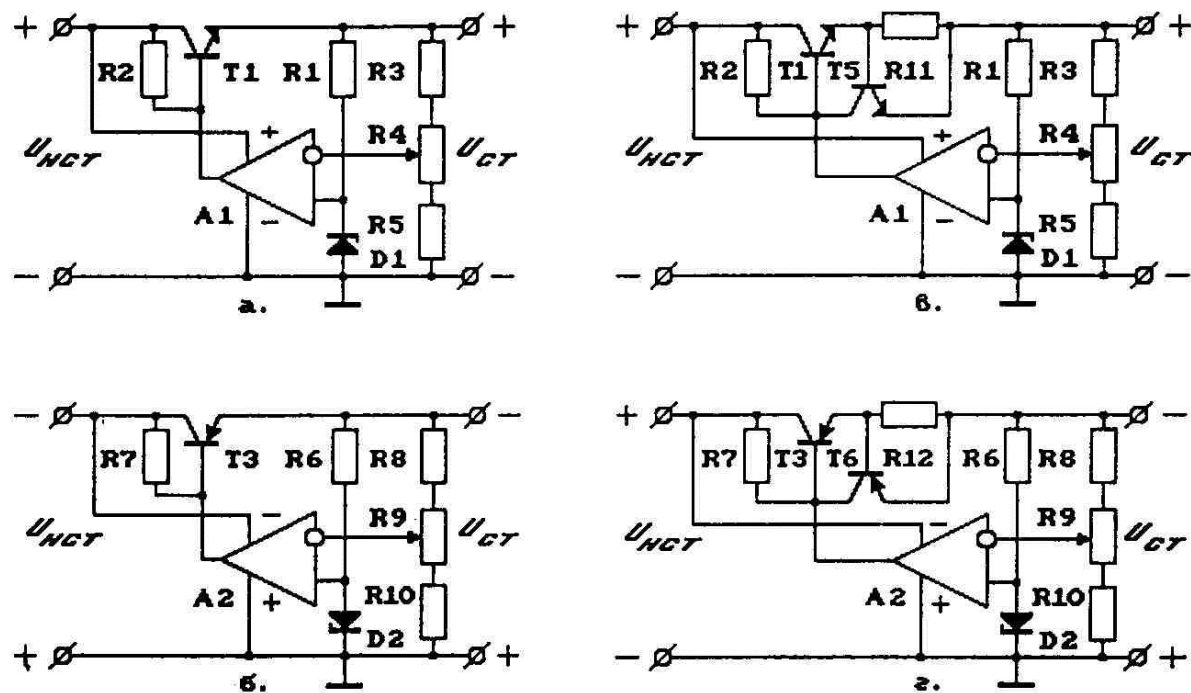


Рис. 10.3. Схемы последовательных стабилизаторов напряжений на ОУ: положительных (а,в) и отрицательных (б,г);

а, б - без защиты от к.з., в, г - с защитой от к.з.

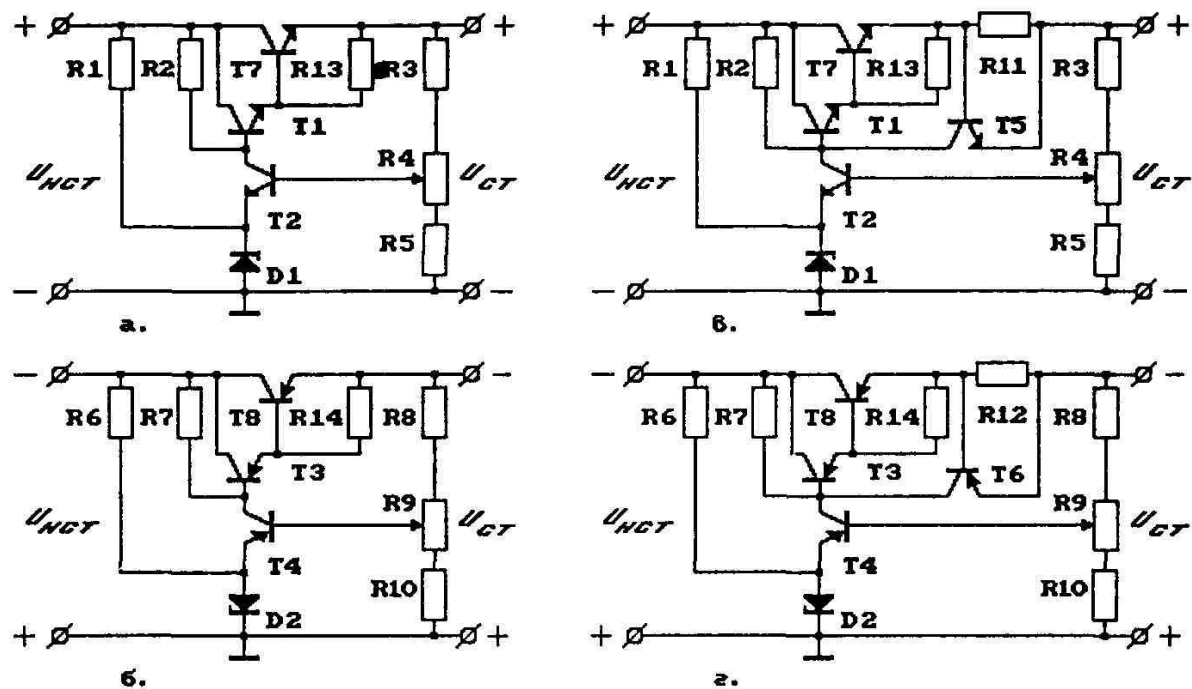


Рис.10.4. Схемы последовательных стабилизаторов напряжения повышенной мощности:

а, в - положительных, б, г - отрицательных;

а, б - без защиты от к.з., в, г - с защитой от к.з.

приведенных устройств. Однако в отдельных случаях может потребоваться повышенная мощность от источников питания. Увеличить выходные токи стабилизаторов - токи проходных регулирующих транзисторов не позволяют выходные токи усилителей рассогласования и недостаточные (относительно низкие) коэффициенты усиления B проходных транзисторов: выходной ток (ток нагрузки) $I_{\text{вых}}$ и ток базы проходного транзистора $I_{\text{б}}$ связаны через коэффициент усиления этого транзистора B следующим соотношением - $I_{\text{вых}} = I_{\text{б}} * B$, т.е. для проходного транзистора с типичным коэффициентом усиления $B=50$ при $I_{\text{вых}}= 100\text{мА}$ ток базы данного транзистора $I_{\text{б}}=2\text{мА}$ и должен быть обеспечен усили-

телем рассогласования. При $I_{\text{вых}}=1\text{А}$ ток базы транзистора $I_{\text{б}}=20\text{мА}$. В случае применения описанных выше схем стабилизаторов такой ток не может быть обеспечен усилителем рассогласования.

Решить данную проблему увеличения выходных токов стабилизаторов приведенных структур можно применением в качестве проходных регулирующих транзисторов составных транзисторов.

На рис. 10.4. рис. 10.5 приведены схемы последовательных стабилизаторов повышенной мощности положительных и отрицательных напряжений с защитой от коротких замыканий и с использованием составных транзисторов.

Сравнивая эти варианты стабилизаторов с предыдущими необходимо заметить, что повышенный выходной ток требует внесение соответствующих изменений в предыдущие цепи источника питания. Для этих стабилизаторов требуются:

трансформатор повышенной мощности: диоды рассчитанные на напряжение не менее 50В и ток, соответствующий максимальному току стабилизаторов, при токе 1А это могут быть КД202, КЦ405. др. конденсаторы фильтров повышенной емкости. Емкость их рассчитывается из максимально допустимых значений пульсации dU на выходе фильтра (до стабилизаторов). При $dU=2\text{В}$ - $C=5000.0$, при $dU=5\text{В}$ - $C=2000.0$ и т.д. Учитывая значительные разбросы значений емкостей оксидных (электролитических) конденсаторов и уменьшение их емкостей со временем полученные значения емкостей конденсаторов фильтров целесообразно увеличить на 50%. Резисторы токовой защиты R11.R12 - 0.7ом ($I_{\text{вых.мах}} = 1\text{А}$). Здесь как и ранее для облегчения сравнения схем стабилизаторов электронные компоненты, имеющие одинаковое функциональное назначение. имеют, как правило, одинаковую нумерацию.

Приведенные схемы стабилизаторов показывают, что высокое их качество достигается усложнением электронных схем. Значительного

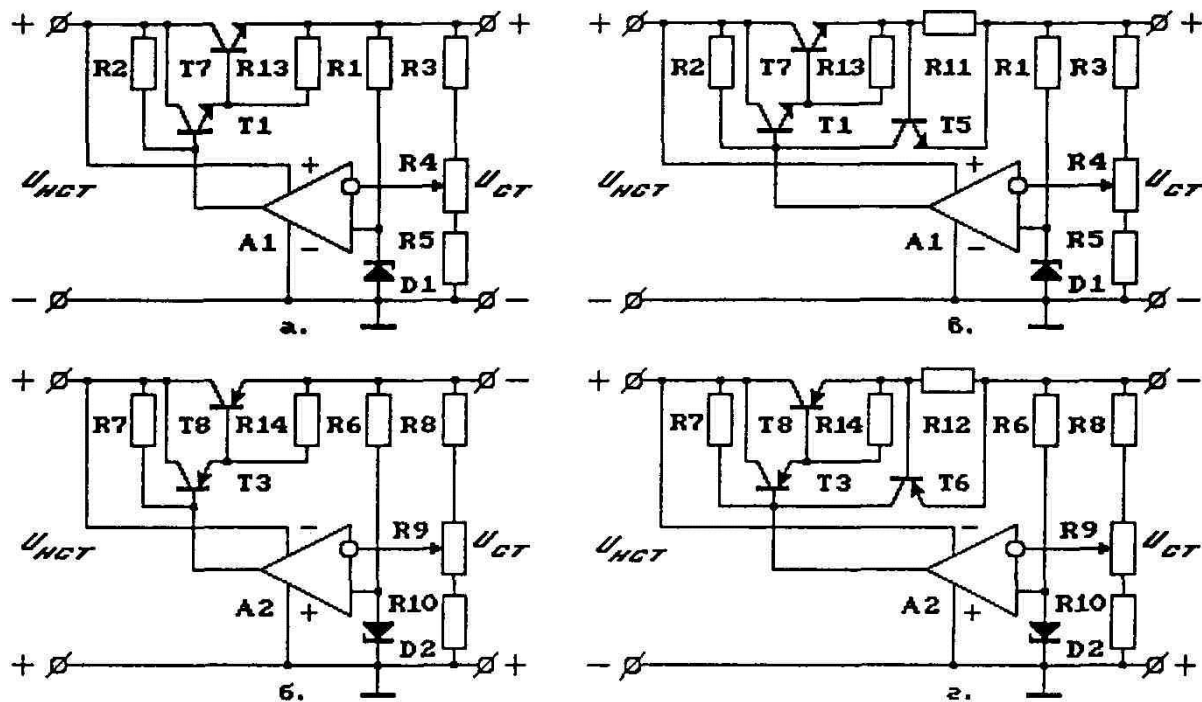


Рис. 10.5. Схемы последовательных стабилизаторов напряжений повышенной мощности на ОУ:

а, в - положительных, б, г - отрицательных;

а, б - без защиты от к. з., в, г - с защитой от к.з.

упрощения конструкции можно достичь применением ИС стабилизаторов напряжений. При этом для интегральных стабилизаторов сохраняется принцип многофункциональности при минимальном числе внешних обслуживающих элементов. Особое внимание при проектировании уделяется запасу рассеиваемой мощности, допустимого напряжения и тока нагрузки, так как этими параметрами фактически и определяют возможности широкого применения интегральных стабилизаторов в аппаратуре.

Устройства с применением специализированных ИС отличаются надежностью, компактностью, простой конструкцией. Однако необходимо отметить, что высокие значения параметров таких как коэффициент пульсации и стабильность выходного напряжения, характерные для схем с использованием ОУ, трудно достижимы для широко доступных специализированных ИС стабилизаторов.

На рис. 10.6, рис. 10.7 представлены схемы стабилизаторов напряжений на специализированных ИС серии 142.

На рис. 10.6.a приведена схема стабилизатора напряжения на ИС КР142ЕН5А, обеспечивающая +5В при выходном токе до 3А (с использованием радиатора). Для обеспечения устойчивости схемы используются конденсаторы С1 и С2 (танталовые - не менее 2.2, алюминиевые - не менее 10.0) подключаются не далее 70мм от ИС. Возможно использования данной ИС для получения отрицательного напряжения -5В В этом случае диодный мост и конденсатор фильтра не подключаются к общему проводу, к общему проводу подключается выход ИС - вместо вывода 8 ИС вывод 2.

Используя ИС серии КР142 можно сконструировать стабилизаторы напряжений на + 15В. На рис. 10.6.6 приведена схема стабилизатора напряжения на ИС КР 142ЕН8В, обеспечивающая +15В при выходном токе до 1.5 А (с использованием радиатора).

Так же, как и в случае КР142ЕН5А. на ИС КР142ЕН8В можно выполнить двухполярный стабилизатор на 15В. Однако в этом случае придется использовать два отдельных выпрямителя (с отдельными гальванически не связанными обмотками трансформатора) - один для стабилизатора положительного напряжения, другой -для отрицательного. Это, конечно, вызывает усложнение схемы источника питания и увеличение количества электронных компонентов.

Решить проблему создания двухполярного стабилизатора без усложнения схемы позволяет использование ИС К142ЕН6 (142ЕН6) - интегрального двухполярного стабилизатора напряжения с фиксированными выходными напряжениями.

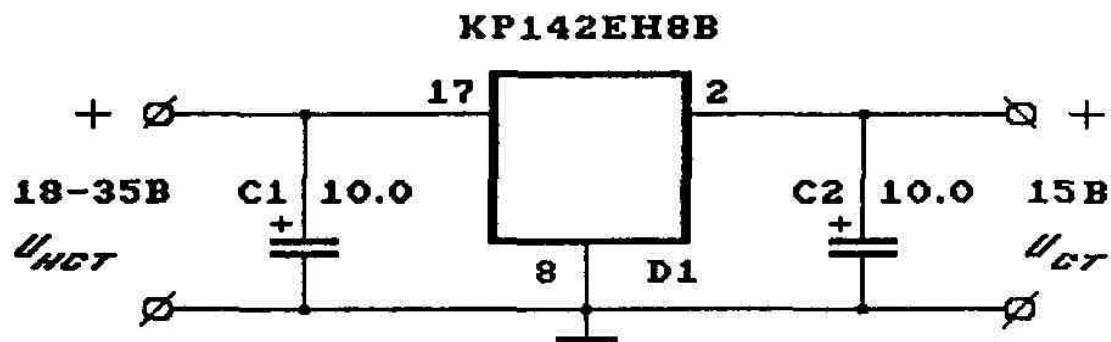


Рис. 10.6. Схемы стабилизаторов напряжения:

а – на ИС КР142ЕН5А (5В, 3А), б – на ИС КР142ЕН8А (15В.1.5А).

На рис. 10.7 приведены схемы стабилизаторов напряжения на ИС К142ЕН6 (142ЕН6).

На рис. 10.7.а - схема, обеспечивающая +15В и -15В при выходном токе до 200мА, защита по току срабатывает при токе примерно 400-500мА. Конденсаторы С1-С6 используются для обеспечения устойчивости работы ИС: С1, С2 - не менее 2.2 для танталовых и не менее 10.0 для алюминиевых оксидных конденсаторов, С5, С6 - 1.0 для танталовых и 10.0 для алюминиевых, монтаж их не далее 70мм от ИС. С3, С4 - керамические 0.001-0.2. Учитывая меньший ток нагрузки по

сравнению с предыдущими схемами стабилизаторов в выпрямителе можно использовать диоды, рассчитанные на меньший ток и в фильтрах можно использовать конденсаторы емкостью 1000.0.

На рис. 10.7.6 представлена схема двухполярного стабилизатора напряжений на ИС К142ЕН6, позволяющая регулировать выходные напряжения в пределах от 5В до 15В по каждому выходу (напряжению). Рекомендованные типы и значения для элементов (рис. 10.1):

В выпрямителе источников питания можно использовать диоды на напряжение более 50В и ток, соответствующий максимальному току стабилизаторов: КД202, КЦ405, 2Д906А и др.,

$C2=0.1-1.0\text{мкФ}$.

При токе до 100мА ($dU<2\text{В}$) емкость конденсатора $C1$ - 500.0-1000.0. до 1А - 5000.0,

Рекомендованные типы и значения для элементов (рис. 10.2.а,б):

1. В выпрямителе источников питания можно использовать любые диоды рассчитанные на напряжение более 50В и ток, соответствующий максимальному току стабилизаторов:

КД202, КЦ405, 2Д906А и др.

2. Для маломощных 15-вольтовых стабилизаторов (ток до 100мА) +15В,-15В:

T1 -КТ815,

T3-КТ814;

T2-КТ315.КТ3102,

T4-КТ361.КТ3107:

D1, D2 - стабилитроны на 8-10В: Д818, Д814А (Б,В), КС 191;

R1.R6 -820-1.6К($U_{HCT}=25\text{В}, U_{on}=9\text{В}$);

R2.R7 - 1.6к-2.4к($инст=25\text{В}$);

R3.R8 -470-2к:

R4.R9 -3к-5к.

R4.R10-470-2К.

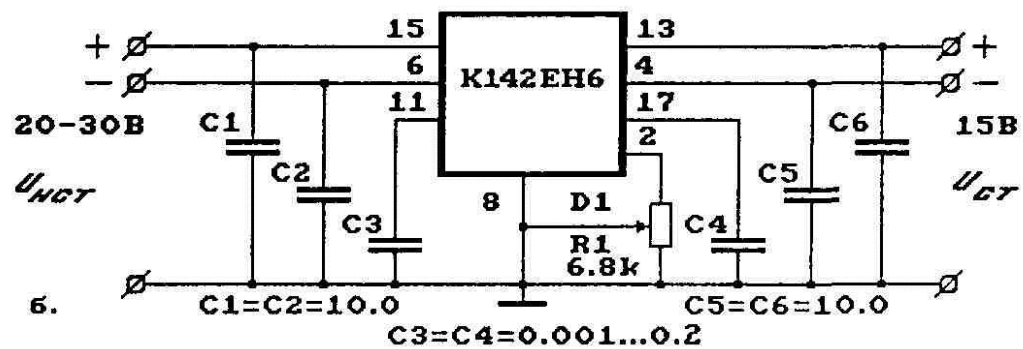
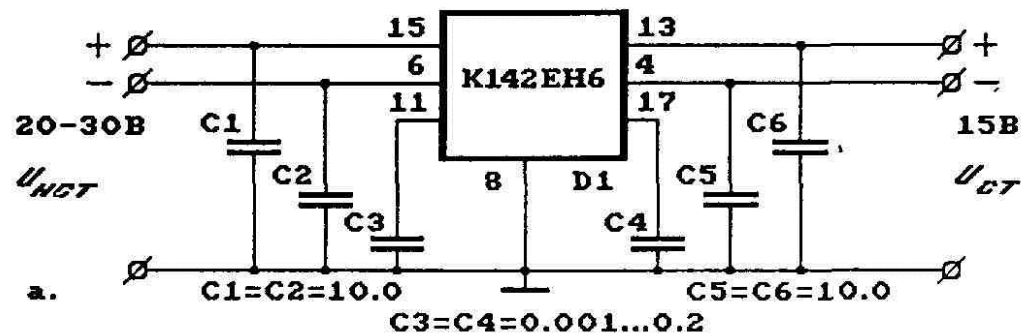


Рис.10.7. Схемы 2-полярных стабилизаторов напряжения :

а – на ИС КР142ЕН6А(+15В, -15В, 200мА), б – на ИС КР142ЕН6А (2 - от 5В до15В, 200мА).

3. Для маломощных 5-вольтовых стабилизаторов (ток до 100мА) +5В, -5В:

T1 -КТ815,

T3 -КТ814;

T2-КТ315,КТ3102,

T4-КТ361,КТ3107;

D1, D2 - стабилитроны на 3.3-3.6В: КС133, КС136;

R1, R6 - 820 -1.6к (U_{HCT}=15В, U_{on}=3.3В);

R2, R7 - 1.6к-2.4к (U_{HCT}=15В);

R3, R8 -240-810;

R4, R9 - 1к -3к;

R4, RIO-240-810.

Рекомендованные типы и значения для элементов (рис. 10.2.в,г):

1. В дополнение к элементам предыдущих схем

T5-КТ315,КТ3102,

T6-КТ361,КТ3107;

R11, R12 - 7ом (1вых.мах = 100мА).

Рекомендованные типы и значения для элементов:

(схемы стабилизаторов на ОУ без защиты, рис.10.3.а,б)

1. В выпрямителе источников питания можно использовать любые диоды рассчитанные на напряжение более 50В и ток, соответствующий максимальному току стабилизаторов: КД202,КЦ405,2Д906А и др.

2. Для маломощных 15-вольтовых 1х стабилизаторов (ток до 100мА)

T1 -КТ815,

T3-КТ814,

A1, A2 - К140УД6, К140УД8

(К140УД7, К140УД9 - с цепями коррекции) D1, D2 - стабилитроны на 8-10В: Д818, Д814А (Б,В), КС191;

R1, R6 - 560 -1.2к (U_{CT} =15В, U_{on}=9В);

R2, R7 - 5к -Юк (U_{Hcr}=25В);

R3, R8 - 470 -2к;

R4, R9 - 3к -5к;

R5, R10 - 470 -2к;

3. Для маломощных 5-вольтовых стабилизаторов (ток до 100мА) T1-КТ815, T3-КТ814;

A1, A2 - К140УД6, К140УД8

(К140УД7, К140УД9 - с цепями коррекции);

D1, D2 - стабилитроны на 3.3В: КС133;

R1, R6 - 160 -260 (U_{cr} = 5В, U_{on}=3.3В);

R2, R7 - 5к -10к (УНСТ=20В);

R3, R8 - 240 -810;

R4, R9 - 1к -3к;

R5, R10 - 240 -810.

Рекомендованные типы и значения для элементов:

(схемы стабилизаторов на ОУ с защитой, рис. 10.3. в,г)

1. В выпрямителе - диоды на напряжение более 30В и ток, соответствующий максимальному току стабилизаторов:

КД202, КЦ405, 2Д906А и др.

2. Для маломощных 15-вольтовых стабилизаторов (ток до 100мА)

T1-КТ815,

T3 - КТ814;

A1, A2 - К140УД6, К140УД8

(К140УД7, К140УД9 - с цепями коррекции);

D1, D2 - стабилитроны на 8-10В: Д818, Д814А(Б,В), КС191;

R1, R6 - 560 -1.2к ($U_{cr} = 15В$, $U_{on} = 9В$);

R3, R8 - 470 -2к;

R4, R9 - 3к -5к;

R4, R10 - 470 -2к;

R11, R12 - 7ом ($I_{вых.мах} = 100мА$);

3. Для маломощных 5-вольтовых стабилизаторов (ток до 100мА)

T1 -КТ815,

T3 - КТ814;

T2-КТ315,КТ3102,

T4-КТ361,КТ3107;

D1, D2 - К140УД6, К140УД8

(К140УД7, К140УД9 - с цепями коррекции);

D1, D2 - стабилитроны на 3.3В: КС133;

R1, R6 - 160 -260 ($U_{cr} = 5В$, $U_{on} = 3.3В$);

R3.R8-240-810;

R4, R9 - 1к -3к;

R4, R10-240-810;

R11, R12 - 7ом (1вых.мах = 100мА).

Рекомендованные типы и значения для элементов:

(схемы стабилизаторов повышенной мощности:

без защиты • рис. 10.а,б, с защитой - рис. 10.4.в,г) 1. В выпрямителе: конденсаторы фильтров - 3000.0-5000.0 (dU=3В), диоды (напряжение не менее 50В) - КД202, КЦ405 и др.

2. Для 15-вольтовых стабилизаторов (ток до 1А):

T7 - КТ815,

T8-КТ814;

T2, T5-КТ315, КТ3102,

T4, T6-КТ361, КТ3107;

T1-КТ503,

T8 - КТ502;

D1, D2 - стабилитроны на 8-10В: Д818, Д814А (Б,В), КС191;

R1, R6 - 820 -1.6к (UНСТ=27В, Uоп=9В);

R2, R7 - 1.6к-2.4к (UНСТ=27В);

R3, R8 - 470 -2к;

R4, R9 - 3к -5к;

R5, R10 - 470 -2к;

R11, R12 - 0.7ом (1вых.мах = 1А);

R13, R14 - 470 -1к;

3. Для 5-вольтовых стабилизаторов (ток до 1А):

T7-КТ815,

T8-КТ814;

T2, T5-КТ315, КТ3102,

T4, T6-КТ361, КТ3107;

T1 - КТ503,

T8 - КТ502;

D1, D2 - стабилитроны на 3.3-3.6В: КС133.КС136;

R1, R6 - 820 -1.6к ($U_{Hcr}=17В$, $U_{on}=3.3В$);

R2, R7 - 1.6к-2.4к ($U_{HCT}=17В$);

R3, R8-240-810;

R4, R9 - 1к -3к;

R5, R10 - 240 -810;

R11, R12 - 0.7ом ($I_{вых.мах} = 1А$);

R13, R14-470-1к.

Рекомендованные типы и значения для элементов:

(схемы стабилизаторов повышенной мощности на ОУ:

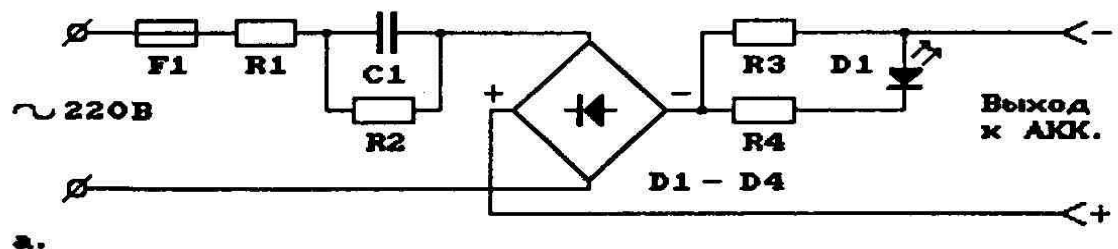
без защиты - рис. 10.5.а,б, с защитой - рис. 10.5.в,г)

1. В выпрямителе: конденсаторы фильтров - 3000.0-5000.0 ($dU=3В$), диоды (напряжение не менее 50В) - КД202, КЦ405 и др.

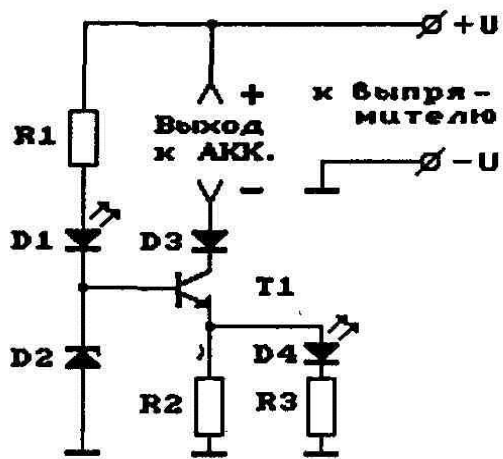
2. Для 15-вольтовых стабилизаторов (ток до 1А):

T7-КТ815, T8 - КТ814;

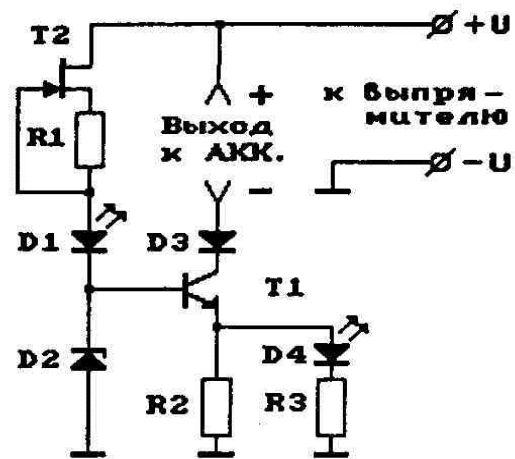
T5 -КТ315,КТ3102



а.



б.



б.

Рис. 10.8. Схемы зарядных устройств для аккумуляторов.

T6 -КТ361,КТ3107;

T1 -КТ503.

T3 -КТ502;

A1, A2 - К140УД6, К140УД8

(К140УД7, К140УД9 - с коррекцией);

D1, D2 - стабилитроны на 8-10В: Д818, Д814А (Б,В), КС191;

R1, R6 - 560 -1.2к ($U_{cr}=15В$, $U_{on}=9В$);

R3, R8 -470-2к;

R4, R9 -3к-5к.

R5, R10-470-2К;

R11, R12 - 0.7ом (1вых.мах = 1А);

R13, R14-470-1К;

3. Для 5-вольтовых стабилизаторов (ток до 1А>-

T7 -КТ815,

T8 -КТ814;

T5 -КТ315, КТ3102,

T6 -КТ361, КТ3107;

T1 -КТ503,

T3 -КТ502;

A1, A2 - К140УД6, К140УД8

(К140УД7, К140УД9-с коррекцией);

D1, D2 - стабилитроны на 3.3В: КС133;

R1, R6 - 160 -260 ($U_{cr}=5В$, $U_{on}=3.3В$);

R3, R8 -240-810;

R4, R9 - 1к -3к;

R5, R10 -240-810;

R11, R12 -0.7ом (1вых.мах= 1А);

R13, R14 -470-1К.

Некоторые устройства требуют автономных источников питания. В этом случае целесообразно использовать аккумуляторы. На рис. 10.8 представлены схемы зарядных устройств.

Для схемы на рис. 10.8.а:

F1 - предохранитель на 160-500мА;

R1=150-200, R2=430к-510к, R3=180-240, R4=68-82;

C1=0.68(К73-17-400ит.п.);

D1-D4 - диодный мост или 4 одиночных диода, рассчитанных на обратное напряжение не менее 350В, например, КЦ405В, КД105Б, КД105В и др.; D5 - светодиод, например, АЛ305АМ. Для схемы на рис. 10.8.6:

Величины резисторов R1-R3, напряжение стабилизации стабилитрона D2, ток заряда аккумуляторов и напряжение питания U, подаваемое на схему от фильтра выпрямителя или другого источника питания, связаны друг с другом. Рекомендуемый ток через стабилитрон - 10-15мА, ток заряда определяется как величиной напряжения на стабилитроне, так и номиналами резисторов R2 и R3. Примеры приведены ниже в таблицах.

Напряжение питания U, В	D2 В	R1
15	6.2	430-560
20		720-1.2к
25		820-1.6к
30		1.5к-2.4к

Ток заряда, мА	D2 В	R2	R3
45	6.2	150	*150
62		100	*150
85		75	*150

Точную подстройку тока заряда аккумуляторов целесообразно осуществлять резистором R3.

Остальные элементы данной схемы:

T1 - КТ815Б (КТ807Б, КТ805АМ и т.п.); D1, D4 - АЛ102Б (А,В,А,Б - светодиоды красного цвета, В - зеленого); D3 - КД522А (Б).

Транзистор необходимо крепить на радиаторе.

Для схемы на рис. 10.8.В:

Отличие данной схемы от предыдущей заключается в установке тока через стабилитрон D2 с помощью генератора тока на полевом транзисторе T2. Это позволяет значительно расширить диапазон входных напряжений для данного зарядного устройства. Для четырех элементов, суммарное напряжение которых составляет около 6 В, зарядный ток практически не меняется, если напряжение от выпрямителя меняется от 40 до 12 В. Изменение тока заряда в этом случае остается в пределах 3%. Надо отметить, что это позволяет уменьшить емкости конденсаторов фильтров. Верхняя граница диапазона изменения входного напряжения ограничивается предельным значением $S_{ЭК}$ используемого полевого транзистора.

Регулировка тока осуществляется резистором R1.

Рекомендуемый ток через стабилитрон - 7-15мА.

Полевой транзистор Т1 - КП303Е (Г), КП307Г (Д), КП302А (Б) и т.п.

Приведенные зарядные устройства могут успешно использоваться для зарядки аккумуляторов, используемых в различных радиоустройствах, например, никель-кадмиевых аккумуляторов для портативных плееров.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ
И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (см. Фонд оценочных средств)

УСПЕВАЕМОСТИ

4.1. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся по учебной дисциплине

Рейтинговая система не используется.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература

№ п/п	Автор (ы). Наименование. Год и место издания	Ис-пол-зуется при изучении раз-делов	кур-с	Количество экзем-пляров	
				В библиотеке	На кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Нанотехнологии в электронике-3.1 [Электронный ресурс] / под ред. Ю. А. Чаплыгина. – М. : Техносфера, 2016. – 480 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444856 (дата обращения: 15.06.2018).	1-6		ЭБС	
2.	Старосельский, В. И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / В. И. Старосельский. – М. : Юрайт, 2017. – 463 с. – Режим доступа: https://www.biblio-online.ru/book/72F71127-C8F3-446F-BCA6-82F70C4ECE75 (дата обращения: 20.06.2018).	1-6		ЭБС	
3.	Щука, А. А. Электроника в 4 ч. [Электронный	1-6		ЭБС	

ресурс]. Ч. 2 : Микроэлектроника : учебник для академического бакалавриата / А. А. Щука, А. С. Сигов ; отв. ред. А. С. Сигов. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2016. – 326 с. – Режим доступа: https://www.biblionline.ru/book/24F7B762-459F-4578-977E-1741DED806A0 (дата обращения: 20.06.2018).				
--	--	--	--	--

5.2. Дополнительная литература

№ п / п	Автор (ы). Наименование. Год и место издания	Ис- пользу- ется при изуче- нии разде- лов	Кур с	Количество экзем- пляров	
				В библиотеке	На ка фе др е
	2	3	4	5	6
1	Зегря, Г. Г. Основы физики полупроводников [Электронный ресурс] / Г. Г. Зегря, В. И. Перель. – М. : Физматлит, 2009. – 336 с. – Режим досту- па: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68394 (дата обращения: 15.06.2018).	1-6	3	ЭБС	
2	Барыбин, А. А. Физико-технологические основы макро-, микро, и наноэлектроники [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Барыбин, В. И. Томилин, В. И. Шаповалов ; под общ. ред. А. А. Барыбина. –М. : Физматлит, 2011. – 783 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457643 (дата обращения: 15.06.2018).	1-6	3	ЭБС	
3	Махмудов, М. Н. Радиотехника [Электронный ресурс] : [курс лекций] / М. Н. Махмудов; РГУ им. С. А. Есенина. – Рязань : РГУ, 2015. – Загла- вие с титул. экрана. - Режим доступа: http://e-learn2.rsu.edu.ru/moodle2/course/view.php?id=374 (дата обращения: 15.06.2018).	1-6	3	ЭИОС	
4	Махмудов, М. Н. Электроника и схемотехника [Электронный ресурс] : [курс лекций] / М. Н. Махмудов; РГУ им. С. А. Есенина. – Рязань :	1-6	3	ЭИОС	

	РГУ, 2014. – Заглавие с титул. экрана. – Режим доступа: http://e-learn2.rsu.edu.ru/moodle2/course/view.php?id=375 (дата обращения: 15.06.2018).				
5	Орликов, Л. Н. Технология материалов и изделий электронной техники [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л. Н. Орликов. – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – Ч. 1. – 98 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=209014 (дата обращения: 15.06.2018).	1-6	3	ЭБС	
6	Орликов, Л. Н. Технология материалов и изделий электронной техники [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л. Н. Орликов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). Кафедра электронных приборов. – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – Ч. 2. – 101 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=209016 (дата обращения: 15.06.2018).	1-6	3	ЭБС	
7	Схемотехника [Текст] : программа дисциплины и учебно-методические рекомендации по выполнению лабораторных работ: для направления – техническая физика / сост. В. В. Трегулов, М. Н. Махмудов; РГУ им. С. А. Есенина. – Рязань : РГУ, 2011. – 44 с.	1-6	3	5	

8	Успехи физических наук [Текст] : [научный журнал] / учредитель : [Российская академия наук]. – 1918, апрель - . – Москва, 2016 - . – Ежемес. – ISSN 0042-1294.	1-6	3	1	
---	--	-----	---	---	--

5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. Научная библиотека РГУ имени С. А. Есенина [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://library.rsu.edu.ru>, свободный (дата обращения: 15.06.2018).
2. Труды преподавателей [Электронный ресурс]: коллекция // Электронная библиотека Научной библиотеки РГУ имени С. А. Есенина. - Доступ к полным текстам по паролю. - Режим доступа: <http://dspace.rsu.edu.ru/xmlui/handle/123456789/3> (дата обращения: 08.07.2018).
3. Университетская библиотека ONLINE [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red (дата обращения: 15.06.2018).
4. Электронный каталог НБ РГУ имени С. А. Есенина [Электронный ресурс] : база данных содержит сведения о всех видах литературы, поступающих в фонд НБ РГУ имени С. А. Есенина. – Рязань, [1990 -]. – Режим доступа: <http://library.rsu.edu.ru/marc>, свободный (дата обращения: 15.10.2016).
5. Юрайт [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru> (дата обращения: 20.06.2018).

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)*

1. Prezentacya.ru [Электронный ресурс] : образовательный портал. – Режим доступа: <http://prezentacya.ru>, свободный (дата обращения: 15.06.2018).
2. Библиотека методических материалов для учителя [Электронный ресурс] : образовательный портал // Инфоурок. – Режим доступа: <https://infourok.ru/biblioteka>, свободный (дата обращения: 15.06.2018).
3. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов [Электронный ресурс] : федеральный портал. – Режим доступа: <http://school-collection.edu.ru>, свободный (дата обращения: 15.06.2018).
4. Информационно-коммуникационные технологии в образовании [Электронный ресурс] : система федеральных образовательных порталов. – Режим доступа: <http://www.ict.edu.ru>, свободный (дата обращения: 15.06.2018).
5. Портал: Компьютерные технологии [Электронный ресурс] // Википедия. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Портал: Компьютерные технологии](https://ru.wikipedia.org/wiki/Портал:Компьютерные_технологии), свободный (дата обращения: 15.06.2018).
6. Российский общеобразовательный портал [Электронный ресурс] : [образовательный портал]. – Режим доступа: <http://www.school.edu.ru>, свободный (дата обращения: 15.06.2018).

7. Физика [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://physics.ru>, свободный (дата обращения: 15.06.2018).
8. Физика 7-11 классы. Библиотека наглядных пособий [Электронный ресурс] : образовательный комплекс // Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов. – Режим доступа: <http://school-collection.edu.ru/catalog/rubr/94f56a2c-d766-a68a-adad-b67ff002adb6/118896/>?, свободный (дата обращения: 15.06.2018).

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий: специализированные лекционные аудитории, оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения и экраном; специализированная учебная лаборатория с комплектом лабораторных установок для проведения для лабораторных работ по электротехнике

6.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся: специализированная учебная лаборатория с комплектом лабораторных установок для проведения для лабораторных работ по электротехнике

6.3. Требования к специализированному оборудованию:

Стенд №1: генератор синусоидальных сигналов, электронный вольтметр, катушка индуктивности, конденсатор, набор резисторов.

Стенд №2: генератор гармонических колебаний, электронный вольтметр, катушка индуктивности, конденсатор, набор резисторов.

Стенд №3: лабораторный стенд, содержащий набор амперметров, вольтметров и нагрузок в виде ламп накаливания.

Стенд №4: лабораторный стенд, содержащий набор амперметров, вольтметров и нагрузок в виде электрических ламп накаливания.

Стенд №5: ваттметр и фазометр электродинамической системы; вольтметр; амперметр; регулируемая активная нагрузка, выполненная в виде параллельно соединенных электрических ламп накаливания; дроссель с регулируемой индуктивностью; конденсатор, реостат.

Стенд №6: лабораторный стенд, снабженный необходимыми вольтметрами и амперметрами; нагрузки в виде электрических ламп накаливания; электрический щит, подключенный к трехфазной сети с напряжением 380/220 В; три ваттметра электродинамической системы; добавочные сопротивления на 5 и 10 кОм; трехфазный асинхронный двигатель.

Стенд №7: однофазный трансформатор, миллиамперметр, два вольтметра, амперметр, лабораторный автотрансформатор (ЛАТР), реостат, дроссель с подвижным сердечником.

Стенд №8: полупроводниковые диоды, амперметр, электронный осциллограф, электрическая лампа накаливания, дроссель, батарея конденсаторов, ключи.

Стенд №9: генератор постоянного тока, миллиамперметр, амперметр, вольтметр, нагрузка в виде набора электрических ламп накаливания, реостаты.

Стенд №10: двигатель постоянного тока параллельного возбуждения, двигатель постоянного тока смешанного возбуждения, амперметр, вольтметр, реостат.

Стенд №11: однофазный двигатель, амперметр, вольтметр, набор конденсаторов.

Стенд №12: тиристор, резисторы, потенциометр, конденсатор, микроамперметр и вольтметр магнитоэлектрической системы, многофункциональные электронные приборы В7-35, осциллограф, ЛАТР, электрическая лампа накаливания.

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ *(Заполняется только для стандарта ФГОС ВПО)*

8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	<i>Написание конспекта лекций:</i> кратко, схематично, последова-

	<p>тельно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям (генератор, цепь, резонанс, двигатель, амперметр, вольтметр, ваттметр, конденсатор, дроссель, реостат).</p>
Лабораторные работы	<p><i>Лабораторные работы</i> проводятся согласно методическим указаниям. Описания лабораторных работ и методические указания по их выполнению имеются на кафедре в электронном и текстовом вариантах.</p> <p><i>Литература:</i> – URL: http://e-learn2.rsu.edu.ru/moodle2/mod/book/view.php?id=5773</p>
Подготовка к зачету	<p>При <i>подготовке к зачету</i> необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу (таблицы 5.1 и 5.2), описания лабораторных работ и др. источники.</p>

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Слайд-презентации, графические объекты и другие видео-материалы
2. Описание лабораторных работ в электронном виде (на кафедре).
3. Пример оформления отчета по лабораторной работе в электронном виде с автоматизированным программным обеспечением всех расчетов, включая оценку погрешностей и построение графиков с помощью IT-технологий(на кафедре).
4. Автоматизированные программы (авторские) для компьютерного моделирования некоторых явлений

10. Требования к программному обеспечению учебного процесса:

1. Операционная система Windows Pro (договор №Tr000043844 от 22.09.2015 г.);
2. Антивирус Kaspersky Endpoint Security(договор №14/03/2018-0142 от 30/03/2018 г.);
3. Офисное приложение LibreOffice (свободно распространяемое ПО);
4. Архиватор 7-zip (свободно распространяемое ПО);
5. Браузер изображений FastStoneImageViewer (свободно распространяемое ПО);
6. PDF ридер FoxitReader (свободно распространяемое ПО);
7. PDF принтер doPdf (свободно распространяемое ПО);
8. МеПЮдиа проигрыватель VLC media player (свободно распространяемое);
9. Запись дисков ImageBurn (свободно распространяемое);
10. DJVU браузер DjVu Browser Plug-in (свободно распространяемое ПО).

Приложение 1.

**Фонд оценочных средств для проведения промежуточной
аттестации обучающихся по дисциплине**

*Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине
для промежуточного контроля успеваемости*

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции или её части)	Наименование оценочного средства
1.	Электрические и магнитные цепи.	ОК-3 ПВК-1	Зачет
2.	Резонансные явления и частотные характеристики.		
3.	Выпрямители.		
4.	Трансформаторы. Измерительные приборы.		
5.	Трёхфазные цепи.		
6.	Электрические машины		

ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Индекс компетенции	Содержание компетенции	Элементы компетенции	Индекс элемента
ОК-3	способность использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве	знать	
		1) основные положения современной естественно-научной картины мира	ОК-3 31
		2) место и роль математики в этой картине и современном информационном пространстве	ОК-3 32
		3) место и роль физики в этой картине и современном информацион-	ОК-3 33

		ном пространстве	
		уметь	
		1) использовать знания о современной естественно-научной картине мира в образовательной и профессиональной деятельности,	ОК-3 У1
		2) применять методы математической обработки информации теоретических и экспериментальных исследований	ОК-3 У2
		владеть	
		1) навыками привлечения естественно-научных знаний к обработке экспериментальных данных с использованием методов математической статистики и соответствующих компьютерных технологий	ОК-3 В1
		2) навыками привлечения естественно-научных знаний к обработке теоретических данных с использованием методов математической статистики и соответствующих компьютерных технологий	ОК-3 В2
ПВК-1	Способность использовать концептуальные и теоретические основы физики, владеет системой знаний о фундаментальных физических законах и теориях, физической сущности явлений и процессов в природе и технике	знать	
		1 Основы статистического подхода при анализе явлений и процессов в природе и технике	ПВК-1 З1
		2 Ключевую проблематику в области радиотехники	ПВК-1 З2
		уметь	
		1 Ставить и решать задачи радиотехники на основе знания физики	ПВК-1 У1

		2 планировать учебно-исследовательскую работу обучающихся	ПВК-1 У2
		владеть	
		1 Системой знаний об фундаментальных физических законах и теориях радиотехники	ПВК-1 В1

**КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
(ЗАЧЕТ)**

№	Содержание оценочного средства	Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов
1.	Электрическая цепь. Дайте основные понятия и определения электрической цепи	ОК-3 31, О ОК-3 У2, ОК-3 В1, ПВК-1 32, ПВК-1 У2
2.	Цепи постоянного тока. Опишите элементы цепи постоянного тока.	ОК-3 33, ОК-3 У1, ОК-3 В2, ПВК-1 31, ПВК-1 У1, ПВК-1 В1
3.	Дайте понятие ЭДС, напряжения, падения напряжения. Запишите основные формулы, определения, единицы измерения.	ОК-3 32, ОК-3 В1, ПВК-1 31, ПВК-1 У2
4.	Закон Джоуля-Ленца. Сформулируйте закон Джоуля-Ленца и приведите его математическую формулу.	ОК-3 31, ОК-3 В1, ПВК-1 31, ПВК-1 У1, ПВК-1 В1
5.	Работа электрического тока. Дайте определение, запишите формулы и единицы измерения	ОК-3 32, ОК-3 У1, ОК-3 В2, ПВК-1 31, ПВК-1 У2, ПВК-1 В1
6.	Электрическая мощность. Дайте определение, запишите формулы и единицы измерения	ОК-3 33, ОК-3 У1, ОК-3 В1, ПВК-1 32, ПВК-1 У2
7.	Магнитное поле и основные величины его характеризующие	ОК-3 31, О ОК-3 У2, ОК-3 В1, ПВК-1 32, ПВК-1 У2
8.	Законы Кирхгофа. Сформулируйте законы Кирхгофа и приведите пример в общем виде.	ОК-3 33, ОК-3 У1, ОК-3 В2, ПВК-1 31, ПВК-1 У1, ПВК-1 В1
9.	Переменный ток. Запишите основные понятия цепи переменного тока.	ОК-3 32, ОК-3 В1, ПВК-1 31, ПВК-1 У2

10.	Синусоидальный ток в R, L, и C. Представьте аналитическим и графическим способами синусоидальные электрические величины в пассивных элементах цепи.	ОК-3 31, ОК-3 В1, ПВК-1 31, ПВК-1 У1, ПВК-1 В1
11.	Мощности в цепях переменного тока. Опишите виды мощностей, встречающиеся в цепях переменного тока.	ОК-3 32, ОК-3 У1, ОК-3 В2, ПВК-1 31, ПВК-1 У2, ПВК-1 В1
12.	Резонанс напряжений. Опишите условия наступления резонанса напряжений. Представьте основные параметры и характеристики.	ОК-3 33, ОК-3 У1, ОК-3 В1, ПВК-1 32, ПВК-1 У2
13.	Резонанс токов. Опишите условия наступления резонанса токов. Представьте основные параметры и характеристики.	ОК-3 31, ОК-3 У2, ОК-3 В1, ПВК-1 32, ПВК-1 У2
14.	Трёхфазные цепи. Соединение «звезда». Приведите пример соединения генераторных обмоток – в звезду. Постройте векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму потенциалов характеризующих работы схемы.	ОК-3 33, ОК-3 У1, ОК-3 В2, ПВК-1 31, ПВК-1 У1, ПВК-1 В1
15.	Трёхфазные цепи. Соединение «треугольник». Приведите пример соединения генераторных обмоток – в треугольник. Постройте векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму потенциалов характеризующих работы схемы.	ОК-3 32, ОК-3 В1, ПВК-1 31, ПВК-1 У2
16.	Трансформаторы. Опишите принцип работы трансформатора.	ОК-3 31, ОК-3 В1, ПВК-1 31, ПВК-1 У1, ПВК-1 В1

17.	Трансформаторы. Опишите основные характеристики.	ОК-3 32, ОК-3 У1, ОК-3 В2, ПВК-1 31, ПВК-1 У2, ПВК-1 В1
18.	Полупроводниковый диод. Опишите устройство и принцип действия, Запишите графическое и буквенно-цифровое обозначение, а также характеристики.	ОК-3 33, ОК-3 У1, ОК-3 В1, ПВК-1 32, ПВК-1 У2
19.	Биполярный транзистор. Опишите устройство и принцип действия, Запишите графическое и буквенно-цифровое обозначение, а также характеристики.	ОК-3 31, О ОК-3 У2, ОК-3 В1, ПВК-1 32, ПВК-1 У2
20.	Полевой транзистор. Опишите устройство и принцип действия, Запишите графическое и буквенно-цифровое обозначение, а также характеристики.	ОК-3 33, ОК-3 У1, ОК-3 В2, ПВК-1 31, ПВК-1 У1, ПВК-1 В1
21.	МОП-транзистор (МДП-транзистор). Опишите устройство и принцип действия, Запишите графическое и буквенно-цифровое обозначение, а также характеристики.	ОК-3 32, ОК-3 В1, ПВК-1 31, ПВК-1 У2
22.	Полупроводниковые приборы: Однополупериодный и двухполупериодные выпрямители. Опишите принцип работы.	ОК-3 31, ОК-3 В1, ПВК-1 31, ПВК-1 У1, ПВК-1 В1
23.	Полупроводниковые приборы: сглаживающие фильтры. Опишите принцип работы L, C и LC фильтров.	ОК-3 32, ОК-3 У1, ОК-3 В2, ПВК-1 31, ПВК-1 У2, ПВК-1 В1
24.	Электрические машины постоянного тока. Опишите устройство и принцип действия.	ОК-3 33, ОК-3 У1, ОК-3 В1, ПВК-1 32, ПВК-1 У2
25.	Принцип действия генератора постоянного тока. Опишите устройство, принцип	ОК-3 31, О ОК-3 У2, ОК-3 В1, ПВК-1 32, ПВК-1 У2

	действия, способы возбуждения.	
26.	Принцип действия двигателя постоянного тока. Опишите устройство, принцип действия, способы возбуждения.	ОК-3 33, ОК-3 У1, ОК-3 В2, ПВК-1 31, ПВК-1 У1, ПВК-1 В1
27.	Реакция якоря машины постоянного тока. Опишите физическую сущность реакции якоря и методы устранения этого негативного явления.	ОК-3 32, ОК-3 В1, ПВК-1 31, ПВК-1 У2
28.	Характеристики генератора. Опишите основные характеристики генератора постоянного тока.	ОК-3 31, ОК-3 В1, ПВК-1 31, ПВК-1 У1, ПВК-1 В1
29.	Характеристики двигателя. Опишите основные характеристики двигателя постоянного тока.	ОК-3 32, ОК-3 У1, ОК-3 В2, ПВК-1 31, ПВК-1 У2, ПВК-1 В1
30.	Асинхронные машины. Опишите принцип работы и устройство асинхронного двигателя.	ОК-3 33, ОК-3 У1, ОК-3 В1, ПВК-1 32, ПВК-1 У2