

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»
(СПбГУТ)**

**АРХАНГЕЛЬСКИЙ КОЛЛЕДЖ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ
ИМ. Б.Л. РОЗИНГА (ФИЛИАЛ) СПбГУТ
(АКТ (ф) СПбГУТ)**

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по учебной работе

_____ Н.В. Калинина

_____ 2020 г.

**Составил
А.М. Зенов**

ОП.07 Энергоснабжение телекоммуникационных систем

**Программа, методические указания по изучению
дисциплины, контрольное задание для
студентов заочной формы обучения**

по специальности:

11.02.10 - Радиосвязь, радиовещание и телевидение

Архангельск 2020

А.М. Зенов. ОП.07 Электроснабжение телекоммуникационных систем. Программа, методические указания по изучению дисциплины, контрольное задание.- Архангельск: АКТ (ф) СПбГУТ, 2020.

Рассмотрено и рекомендовано цикловой комиссией Почтовой связи и общепрофессиональных дисциплин Архангельского колледжа телекоммуникаций (филиал) СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч – Бруевича.

Пособие содержит учебную карту дисциплины, задания для контрольной работы и методические указания по их выполнению, список использованных источников.

© АКТ (ф) СПбГУТ

Усл. печ. л. 0,44

СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка	4
1. Учебная карта дисциплины ОП.07 Энергоснабжение телекоммуникационных систем	6
2. Содержание учебной дисциплины ОП.07 Энергоснабжение телекоммуникационных систем	9
3. Методические указания по выполнению и оформлению контрольной работы	15
5. Задания для контрольной работы	16
6. Экзаменационные вопросы по дисциплине ОП.07 Энергоснабжение телекоммуникационных систем	31
Список рекомендуемых источников	33

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Предмет ОП.07 Энергоснабжение телекоммуникационных систем является частью программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС по специальности СПО 11.02.10 Радиосвязь, радиовещание и телевидение и входит в общепрофессиональный цикл.

Целью изучения данной дисциплины является теоретическая и практическая подготовка студентов в области энергоснабжения телекоммуникационных систем в такой степени, чтобы они могли обеспечить грамотную эксплуатацию устройств электропитания, своевременно обнаружить и устранить неисправности, восстановить работу оборудования электропитания, оценить эффективность и энергоёмкость оборудования электропитающей установки.

В результате освоения дисциплины ОП.07 Энергоснабжение телекоммуникационных систем обучающийся должен:

уметь:

- обнаруживать и устранять простейшие неисправности в электропитающих установках;
- осуществлять мониторинг работоспособности бесперебойных источников питания;

знать:

- источники электрической энергии для питания различных устройств, используемых в организациях связи;
- электроснабжение и системы электропитания организаций связи;

Перечень формируемых компетенций:

Общие компетенции (ОК):

- ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.
- ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
- ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.
- ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
- ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
- ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.
- ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.
- ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и

личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

Профессиональные компетенции (ПК):

ПК 2.1. Выполнять монтаж и первичную инсталляцию компьютерных сетей.

ПК 2.2. Инсталлировать и настраивать компьютерные платформы для организации услуг связи.

ПК 2.3. Производить администрирование сетевого оборудования.

ПК 2.4. Выполнять монтаж и производить настройку сетей проводного и беспроводного абонентского доступа.

ПК 2.5. Работать с сетевыми протоколами.

ПК 2.6. Обеспечивать работоспособность оборудования мультисервисных сетей.

Приступая к изучению учебной дисциплины необходимо внимательно изучить список рекомендованных источников. Из списка рекомендованных источников следует опираться на источники, указанные как основные.

В процессе изучения дисциплины большая часть часов отводится на самостоятельную внеаудиторную работу, которая является основной частью усвоения дисциплины и выполняется в межсессионный период. Самостоятельная внеаудиторная работа включает изучение теоретического материала и ознакомление с решением типовых задач, выполнение одной домашней контрольной работы. Перед выполнением каждого задания контрольной работы необходимо внимательно изучить рекомендованный материал учебника и методического пособия, тщательно разобрать методические указания по его выполнению и примеры.

При оценивании домашней контрольной работы студента учитывается следующее: качество выполнения практической части работы, качество оформления отчета по контрольной работе.

Работа оценивается следующим образом: «зачёт»- 80%-100% правильных ответов, «незачёт» - менее 80% правильных ответов. Стоимость каждого задания 1 балл. За правильное и логичное изложение ответа студент получает 1 балл. Если ответ правильный, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности, студент получает 0,5 балла. За неверный ответ или его отсутствие баллы не начисляются.

Без представленной зачтенной контрольной работы студенты к сдаче экзамена не допускаются.

1 Учебная карта дисциплины ОП.07 Энергоснабжение телекоммуникационных систем

Наименование разделов и тем	Количество часов				Литература	
	Максимальная учебная нагрузка	обзорные	лабораторные	самостоятельная работа	индекс	стр.
Раздел 1. Общие сведения об электропитании устройств связи	6	1		5		
Тема 1.1 Современное состояние устройств электропитания. Виды источников энергии	2	0.5		1,5	3 1	7-14 5-8
Тема 1.2 Трёхфазная система	4	0.5		3,5		
Раздел 2. Автономные источники питания	9	0,5		8,5		
Тема 2.1. Аккумуляторы	6	0.5		5,5	3 1	25-46 18-30
Тема 2.2 Непосредственные преобразователи энергии	3			3	3 1	50-56 31-36
Раздел 3 Электромагнитные устройства электропитания	9	0,5		8,5		
Тема 3.1 Электрические реакторы	2			2	3 1	88-96 8-11
Тема 3.2 Трансформаторы	7	0,5		6,5	3 1	96-116 11-18
Раздел 4. Выпрямление переменного тока	27	2	4	21		
Тема 4.1 Схемы выпрямителей	12	1		9	3 1	134-150 36-44
<i>Лабораторная работа</i> Исследование однофазных схем выпрямления			2			
Тема 4.2 Работа выпрямителя на различные виды нагрузок	3			3	3 1	154-150 170-179 44-46
Тема 4.3 Управляемые выпрямители	6	0.5		5,5	3 1	158-169 50-57

Тема 4.4 Сглаживающие фильтры	6	0.5		3,5		
<i>Лабораторная работа</i> Исследование свойств сглаживающих фильтров			2			
Раздел 5 Преобразователи напряжения	9	1		8	3 1	180-192 67-73
Тема 5.1 Преобразователи напряжения DC/DC, DC/AC	9	1		8	3 1	224-229 250-258 259-271 58-67
Раздел 6. Стабилизаторы напряжения и тока	12	1		11		
Тема 6.1 Параметрические стабилизаторы напряжения и тока	3			3	3 1	195-204 73-78
Тема 6.2 Компенсационные стабилизаторы постоянного напряжения	6	0.5		5,5	3 1	204-223 79-84
Тема 6.3 Компенсационные стабилизаторы с импульсным регулированием	3	0,5		2,5	1	84-91
Раздел 7. Выпрямительные устройства	15	0,5	2	12,5		
Тема 7.1 Источники вторичного электропитания	6			6	3	126-134
Тема 7.2 Выпрямительные устройства с бестрансформаторным входом	9	0,5		6,5	3 1	282-293 102-107
<i>Лабораторная работа</i> Исследование выпрямительного устройства ВБВ			2			
Раздел 8. Система электропитания предприятия связи	6	0,5		5,5		
Тема 8.1 Энергоснабжение предприятий связи	6	0.5		5,5	3 1	7-9 14-18 108-118

Раздел 9. Электропитание аппаратуры предприятий связи	21	1	2	18		
Тема 9.1 Системы электропитания аппаратуры связи	6	0.5		5,5	3 1	314-321 133-140
Тема 9.2 Система бесперебойного питания постоянного тока	6			4	3 1	321-331 140-144
<i>Лабораторная работа</i> Исследование устройства бесперебойного электропитания постоянного тока (УЭПС)			2			
Тема 9.3 Система бесперебойного питания переменного тока	9	0.5		8,5	3 1	331-337 144-147
Раздел 10. Электроустановка предприятия связи	18	2		16		
Тема 10.1 Электропитание аппаратуры систем радиосвязи и вещания	6	1		5	1	156-160
Тема 10.2 Система контроля и управления оборудованием электроустановок	3			3	3 1	353-364 163-165
Тема 10.3 Безопасность электроснабжения.	2			2	3 1 1	14-18 165-166 118-125
Тема 10.4 Заземление и электромагнитная совместимость	4	0.5		3,5		
Тема 10.4 Расчёт и выбор оборудования электроустановок бесперебойного питания	3	0.5		2,5	3 1	342-350 166-170
Всего часов:	132	10	8	114		

2 Содержание дисциплины ОП.07 Энергоснабжение телекоммуникационных систем

Раздел 1 Общие сведения об электропитании устройств связи

Тема 1.1 Современное состояние устройств электропитания. Виды источников энергии

Введение. Показатели качества электроэнергии в России. Рубежи защиты в устройствах электропитания. Перспективы развития электропитания. Первичные источники энергии, их применение. Вторичные источники энергии, их применение

Тема 1.2 Трёхфазная система

Получение трёхфазного тока. Соединение фаз генератора и потребителя звездой. Соединение фаз генератора и потребителя треугольником.

В результате изучения раздела 1 студент должен знать: основные источники электроснабжения, соотношение между фазными и линейными значениями напряжений и токов при различных схемах соединений.

Раздел 2 Автономные источники питания

Тема 2.1 Аккумуляторы

Свинцово-кислотные аккумуляторы, классификация, конструкция. Работа свинцового аккумулятора. Электрические параметры свинцового аккумулятора Особенности эксплуатации аккумуляторов. Современные типы аккумуляторов.

Тема 2.2 Непосредственные преобразователи энергии

Гальванические элементы. Термоэлектрические генераторы. Солнечные батареи. Атомные батареи.

В результате изучения раздела 2 студент должен иметь представление: об источниках энергии постоянного тока, об области применения этих источников; знать: конструкцию аккумуляторов, основные электрические характеристики аккумуляторов, особенности их эксплуатации; уметь: расшифровать условное обозначение аккумуляторов.

Раздел 3 Электромагнитные устройства электропитания

Тема 3.1 Электрические реакторы

Магнитопровод. Магнитные материалы. Дроссели.

Тема 3.2 Трансформаторы

Принцип действия трансформатора, классификация трансформаторов. Режимы работы трансформатора. Конструкция силовых однофазных трансформаторов. Трёхфазные трансформаторы.

В результате изучения раздела 3 студент должен иметь представление: о классификации трансформаторов, об устройстве и назначении дросселей и трансформаторов; знать: принцип действия трансформатора, особенности конструкции трёхфазного трансформатора, соотношения между фазными и линейными значениями напряжений и токов при различных схемах соединения обмоток.

Раздел 4 Выпрямление переменного тока

Тема 4.1 Схемы выпрямителей

Классификация выпрямителей. Основные параметры выпрямителей. Структурная схема выпрямителя. Однофазная однополупериодная схема выпрямления. Однофазная мостовая схема выпрямления. Трёхфазные схемы выпрямления, каскадные схемы выпрямления.

Лабораторная работа Исследование однофазных схем выпрямления

Тема 4.2 Работа выпрямителя на различные виды нагрузок

Влияние характера нагрузки на режим работы выпрямителя. Особенности работы выпрямителя на ёмкостную нагрузку. Особенности работы выпрямителя на индуктивную нагрузку. Работа схем выпрямления на аккумуляторную батарею.

Тема 4.3 Управляемые выпрямители

Структурная схема управляемого выпрямителя. Способы управления тиристорами. Однофазная схема выпрямления на тиристорах. Фазорегуляторы.

Тема 4.4 Сглаживающие фильтры

Пульсация выпрямленного напряжения, её влияние на работу аппаратуры связи. Требования к сглаживающим фильтрам. Параметры

сглаживающего фильтра. Индуктивный, ёмкостной фильтры. Сглаживающие RC-фильтры. Г-образный LC- фильтр. Многозвенный LC – сглаживающий фильтр. Резонансные фильтры. Активные сглаживающие фильтры.

Лабораторная работа Исследование свойств сглаживающих фильтров

В результате изучения раздела 4 студент должен знать: работу схем выпрямления однофазного и трёхфазного тока; особенности работы управляемых выпрямителей; устройство, условия эффективной работы сглаживающих фильтров; иметь представление: об особенностях работы выпрямителя на резистивную и реактивную нагрузки; об элементах, используемых в схемах выпрямления; о пульсации напряжения, её влиянии на работу аппаратуры,

Раздел 5 Преобразователи напряжения

Тема 5.1 Преобразователи напряжения DC/DC, DC/AC

Классификация преобразователей напряжения. Структурная схема преобразователя напряжения. Транзисторные преобразователи напряжения.

Тиристорные преобразователи напряжения.

В результате изучения раздела 5 студент должен иметь представление: об источниках вторичного электропитания, об использовании инверторов и конверторов; знать: работу преобразователей постоянного тока.

Раздел 6 Стабилизаторы напряжения и тока

Тема 6.1 Параметрические стабилизаторы напряжения и тока

Классификация стабилизаторов. Основные параметры стабилизаторов. Параметрические стабилизаторы постоянного напряжения, тока.

Тема 6.2 Компенсационные стабилизаторы постоянного напряжения

Структурные схемы компенсационных стабилизаторов с непрерывным регулированием. Стабилизатор напряжения последовательного типа. Компенсационные стабилизаторы в интегральном исполнении.

Тема 6.3 Компенсационные стабилизаторы с импульсным регулированием

Классификация импульсных стабилизаторов. Структурная схема импульсного стабилизатора. Схемы силовой части импульсного стабилизатора. Двухпозиционный импульсный стабилизатор напряжения

постоянного тока. Стабилизатор напряжения с широтно–импульсным регулированием тока.

В результате изучения раздела 6 студент должен иметь представление: о дестабилизирующих факторах, об элементах, используемых в стабилизаторах; знать: особенности работы стабилизаторов, основные характеристики стабилизаторов.

Раздел 7 Выпрямительные устройства

Тема 7.1 Источники вторичного электропитания

Общие сведения о выпрямительных устройствах. Структурная схема выпрямительного устройства. Структурные схемы источников вторичного электропитания со стабилизацией выходного напряжения.

Тема 7.2 Выпрямительные устройства с бестрансформаторным входом

Назначение и технические характеристики ВБВ- 60. Структурные схемы ВБВ. Принципиальная схема выпрямителя ВБВ. Работа силовой части схемы. Стабилизация и регулировка выходного напряжения.

Коэффициент мощности. Пассивные корректоры коэффициента мощности. Коррекция коэффициента мощности в выпрямительных устройствах с бестрансформаторным входом

Лабораторная работа Исследование выпрямительного устройства ВБВ

В результате изучения раздела 7 студент должен иметь представление: о номенклатуре ВУТ, ВБВ, об особенности работы выпрямителей с бестрансформаторным входом; о назначении коррекции коэффициента мощности, способы его повышения; знать: структурную схему силовой части выпрямителей, конструкцию, способы стабилизации напряжения, основы технической эксплуатации.

Раздел 8 Система электроснабжения предприятия связи

Тема 8.1 Энергоснабжение предприятий связи

Электроустановки предприятий связи. Назначение. Состав. Классификация электроприёмников по условиям надёжности электроснабжения. Структурные схемы энергоснабжения потребителей первой и второй категории. Собственные электростанции. Трансформаторные подстанции.

В результате изучения раздела 8 студент должен иметь представление: о классификации электроустановок потребителей по условиям электроснабжения, знать: назначение основных элементов электроустановок; уметь: составлять схему электроустановки для конкретной ситуации.

Раздел 9 Электропитание аппаратуры предприятий связи

Тема 9.1 Системы электропитания аппаратуры связи

Классификация систем электропитания. Буферная система электропитания. Способы улучшения качества питания буферной системы. Современная модульная система электропитания.

Тема 9.2 Система бесперебойного питания постоянного тока

Назначение установки и принцип действия СБП. Структурная схема УБП постоянного тока. Устройства электропитания постоянного тока (УЭПС)

Лабораторная работа Исследование устройства бесперебойного электропитания постоянного тока (УЭПС)

Тема 9.3 Система бесперебойного питания переменного тока

Классификация источников бесперебойного питания. Источник бесперебойного питания с двойным преобразованием. Выпрямитель преобразователя. Инвертор преобразователя. Недостатки ИБП и способы их устранения.

В результате изучения раздела 9 студент должен иметь представление: о современных электропитающих установках; знать: системы электропитания аппаратуры связи, режимы работы электропитающих установок, состав и назначение электропитающих установок и установки бесперебойного питания.

Раздел 10 Электроустановка предприятия связи

Тема 10.1 Электропитание аппаратуры систем радиосвязи и вещания

Электроустановка РРЛ станции. Электроустановка телевизионного центра. Электропитание оборудования радиопередающих центров.

Тема 10.2 Система контроля и управления оборудованием электроустановок

Системы электропитания предприятий связи. Основные положения системы. Структура системы контроля и управления. Инфраструктура обмена информацией.

Тема 10.3. Безопасность электроснабжения.

Общие требования безопасности. Функции систем безопасности, зависящие от электроснабжения. Электробезопасность. Пожарная безопасность.

Тема 10.4 Заземление и электромагнитная совместимость

Система заземления. Главный заземляющий зажим. Типы систем заземления. Электрическое соединение заземляемых частей оборудования. Защита оборудования от импульсных токов и перенапряжений. Контроль электромагнитной обстановки. Устройства защитного отключения источника

Тема 10.5 Расчёт и выбор оборудования электроустановок бесперебойного питания

Исходные данные расчёта. Расчёт и выбор типа аккумулятора. Расчёт и выбор выпрямителей. Расчёт токораспределительной сети постоянного тока.

В результате изучения раздела 10 студент должен: иметь представление об электроустановках предприятий радиосвязи и вещания, общие требования и меры электробезопасности; знать особенности электропитания предприятий радиосвязи; уметь выбирать тип и количество выпрямителей, аккумуляторов.

3 Методические указания по выполнению и оформлению контрольной работы

- 1 Вариант контрольного задания выбирается в соответствии с индивидуальным шифром студентов.
- 2 Перед выполнением задания следует изучить соответствующие разделы учебника.
- 3 Ознакомиться с методическими указаниями по выполнению данного контрольного задания.
- 4 Контрольную работу следует выполнять аккуратно в отдельной тетради в клетку, соблюдая поля. Допустимо выполнять контрольную работу с помощью компьютера в формате А4.
- 5 При оформлении работы необходимо соблюдать следующие правила:
 - записать полное условие задачи и исходные данные для расчета;
 - расчеты в задачах должны сопровождаться необходимыми краткими пояснениями;
 - формулы, по которым ведется расчёт, должны быть представлены в общем виде, а символы, входящие в формулу, должны быть пояснены;
 - результат расчёта должен быть вычислен с точностью до трёх значащих цифр, не считая нулей впереди них;
 - графическое изображение и условное обозначение элементов схем, должны быть выполнены в соответствии с требованием ГОСТ;
 - рисунки следует нумеровать в порядке их следования и сопровождать подрисуночными надписями;
 - в конце работы следует указать список используемой литературы, издательство, год издания, необходима личная подпись студента и дата выполнения работы;
 - работа высылается на рецензирование в соответствии с учебным графиком.

4 Задание для контрольной работы

ЗАДАЧА 1

Начертить схему выпрямителя, указанного для Вашего варианта в таблице 1 и с помощью временных диаграмм пояснить принцип ее работы.

Рассчитать заданный выпрямитель по следующим пунктам:

- 1 Выбрать тип кремниевых диодов.
- 2 Определить действующие значения напряжения и тока во вторичной обмотке трансформатора.
- 3 Определить коэффициент трансформации силового трансформатора.
- 4 Определить коэффициент полезного действия (КПД) выпрямителя.
- 5 Определить коэффициент пульсации K_m .
- 6 Определить частоту пульсации f_1 основной (первой) гармоники.

Данные для расчёта приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные

Исходные данные ϵ	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 Выпрямленное напряжение U_0 , В	60	48	24	48	24	60	48	60	48	60
2 Выпрямленный ток I_0 , А	8	5	4	6	7	20	15	18	12	12
3 Схема выпрямления	Однофазная мостовая			Однофазная двухполупериодная с выводом средней точки трансформатора		Трёхфазная однополупериодная (схема Миткевича), соединение обмоток трансформатора		Трёхфазная мостовая (схема Ларионова), соединение обмоток трансформатора		
4 Напряжение сети U_c , В	220	220	220	220	220	380	380	380	380	380
5 Частота сети f_c , Гц	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
6 Коэффициент пульсации первой гармоники на нагрузке (на выходе фильтра) $K_{ПВЫХ}$	0,002	0,005	0,003	0,009	0,004	0,002	0,0015	0,003	0,0025	0,002

Методические указания по решению задачи 1

Прежде чем приступить к решению задачи 1, следует изучить рекомендованные в тексте программы страницы учебника.

1 Для выбора типа кремниевых диодов необходимо определить обратное напряжение на диоде U_{OBR} и средний прямой ток через диод I_{CP} . Данные для их расчёта приведены в табл. 2. Тип кремниевого диода выбирают по табл. 3, исходя из расчетов значений U_{OBR} и I_{CP} , таким образом, чтобы допустимые значения соответствующих величин для выбранного типа превосходили рассчитанные,

$$U_{OBR \max} > U_{OBR};$$

$$I_{ПРСР} > I_{CP}.$$

2 Расчёт действующих значений напряжения U_2 и тока I_2 во вторичной обмотке трансформатора определяется по формулам таблицы 2.

3 Коэффициент трансформации силового трансформатора рассчитывается по формуле 1:

$$k_{mp} = \frac{U_1}{U_2}, \quad (1)$$

где U_1 – действующее значение фазного напряжения в первичной обмотке трансформатора, принимается равным напряжению сети U_C , В;

U_2 – действующее значение напряжения во вторичной обмотке трансформатора, В (см. п. 2).

4 Расчёт КПД выпрямителя.

Коэффициент полезного действия выпрямителя без учёта сглаживающего фильтра определяется по формуле 2:

$$\eta = \frac{P_0}{P_0 + \Delta P_{TP} + \Delta P_D}, \quad (2)$$

где $P_0 = U_0 \cdot I_0$ – активная мощность на нагрузке, Вт;

ΔP_{TP} – потери мощности в трансформаторе, Вт;

ΔP_D – потери мощности в диодах, Вт.

4.1 Расчёт потерь мощности в трансформаторе определяется по формуле 3:

$$\Delta P = P_{TP} \cdot (1 - \eta_{TP}), \quad (3)$$

где P_{TP} – расчётная мощность трансформатора, определяется по данным таблицы 2 для заданной схемы выпрямителя, Вт;

η_{TP} – КПД трансформатора, для расчётов принимается равным 0,85.

Таблица 2 Параметры схем выпрямления

Параметры	Схемы выпрямления			
	однофазная мостовая	однофазная двухполупериодная с выводом средней точки трансформатора	трёхфазная однополупериодная ($\lambda - \lambda$)	трехфазная мостовая ($\lambda - \lambda$)
1 Обратное напряжение на диоде $U_{обр}$	1,57 U_0	3,14 U_0	2,1 U_0	1,05 U_0
2 Среднее значение прямого тока через диод $I_{ср}$	0,5 I_0	0,5 I_0	0,33 I_0	0,33 I_0
3 Фазность выпрямителя m	2	2	3	6
4 Действующее значение напряжения вторичной обмотки трансформатора U_2	1,11 U_0	1,11 U_0	0,855 U_0	0,43 U_0
5 Действующее значение тока вторичной обмотки трансформатора I_2	I_0	0,707 I_0	0,58 I_0	0,815 I_0
6 Действующее значение тока первичной обмотки трансформатора I_1	$\frac{I_0}{K_{ТФ}}$	$\frac{I_0}{K_{ТФ}}$	$\frac{0,47 I_0}{K_{ТФ}}$	$\frac{0,82 I_0}{K_{ТФ}}$
7 Расчетная мощность трансформатора $P_{тр}$	1,11 P_0	1,34 P_0	1,34 P_0	1,05 P_0

Таблица3 Типы и параметры кремниевых диодов

Тип диодов	U _{обр.мах} , В	I _{пр.ср} , А	U _{пр.ср} , В	I _{обр.ср} , мА	Тип диодов	U _{обр.мах} , В	I _{пр.ср} , А	U _{пр.ср} , В	I _{обр.ср} , мА
Д214	100	10	1,2	3,0	КД202М	500	5	1,0	1,0
Д214А	100	10	1,0	3,0	КД202Р	600	5	1,0	1,0
Д214Б	100	5	1,5	3,0	КД203А	7600	10	1,0	1,5
Д215	200	10	1,2	3,0	КД203Б	800	5	1,0	1,5
Д215А	200	10	1,0	3,0	КД203В	800	10	1,0	1,5
Д215Б	200	5	1,5	3,0	КД203Г	1000	5	1,0	1,5
Д231	300	10	1,0	3,0	КД203Д	1000	10	1,0	1,5
Д231А	300	10	1,0	3,0	КД206А	400	10	1,2	0,7
Д231Б	300	5	1,5	3,0	КД206Б	500	10	1,2	0,7
Д232	400	10	1,0	3,0	КД206В	600	10	1,2	0,7
Д232А	400	10	1,0	3,0	КД208А	100	1,5	1,0	0,1
Д232Б	400	5	1,5	3,0	КД210А	800	5	1,0	1,5
Д233	500	10	1,0	3,0	КД210Б	800	10	1,0	1,5
Д233Б	500	10	1,5	3,0	КД210В	1000	5	1,0	1,5
Д234Б	600	5	1,5	3,0	КД210Г	1000	10	1,0	1,5
Д242	100	10	1,25	3,0	КД213А	200	10	1,0	0,2
Д242А	100	10	1,0	3,0	КД213Б	200	10	1,2	0,2
Д242Б	100	5	1,5	3,0	КД213В	100	10	1,0	0,2
Д243	200	10	1,25	3,0	КД213Г	100	10	1,2	0,2
Д243А	200	10	1,0	3,0	2Д216А	100	10	1,0	0,05
Д243Б	200	5	1,5	3,0	2Д216Б	200	10	1,0	0,05
Д245	300	10	1,25	3,0	2Д220А	400	3	1,2	1,5
Д245А	300	10	1,0	3,0	2Д220Б	600	3	1,2	1,5
Д245Б	300	5	1,5	3,0	2Д220В	800	3	1,2	1,5
Д246	400	10	1,25	3,0	2Д220Г	1000	3	1,2	1,5
Д246А	400	10	1,0	3,0	2Д220Д	400	3	1,1	1,5
Д246Б	400	5	1,5	3,0	2Д220Е	600	3	1,1	1,5
Д247	500	10	1,25	3,0	2Д220Ж	800	3	1,1	1,5
Д247Б	500	5	1,5	3,0	2Д220И	1000	3	1,1	1,5
Д248Б	600	5	1,5	3,0	Д112-10	100	10	1,35	1,0
КД202А	50	5	0,9	0,8	Д112-16	100	16	1,35	1,5
КД202Г	70	3,5	0,9	0,8	Д112-25	100	25	1,35	4,0
Д302	200	1	0,25	0,8	Д112-32	100	32	1,35	6,0
Д303	150	3	0,3	1,0	Д112-40	100	40	1,35	6,0
Д304	100	5	0,25	2,0	В10	150	10	1,35	5,0
Д305	50	10	0,3	2,5	В25	150	25	1,35	5,0
2Д201А	100	5	1,0	3,0	В50	150	50	1,35	5,0
2Д201Б	100	10	1,0	3,0	ДЛ112-10	400	10	1,35	1,0
2Д201В	200	5	1,0	3,0	ДЛ112-16	400	16	1,35	1,5
2Д201Г	200	10	1,0	3,0	ДЛ112-25	400	25	1,35	2,0
КД202А	50	5	1,0	1,0	ДЛ122-32	400	32	1,35	4,0
КД202В	100	5	1,0	1,0	ДЛ122-40	400	40	1,35	4,0
КД202Д	200	5	1,0	1,0	ВЛ 10	600	10	1,35	4,0
КД202Ж	300	5	1,0	1,0	ВЛ 25	600	25	1,35	5,0
КД202К	400	5	1,0	1,0	ВЛ 50	600	50	1,35	8,9

4.2 Расчёт потерь мощности в диодах зависит от схемы выпрямления:

- для трёхфазной однополупериодной схемы выпрямления и схемы выпрямления однофазного тока с выводом средней точки трансформатора потери мощности в диодах рассчитываются по формуле 4, Вт:

$$\Delta P_d = U_{пр.ср} \cdot I_{пр.ср}, \quad (4)$$

где $U_{пр.ср}$ - допустимое прямое напряжение на выбранном диоде, В (таблицу 3).

$I_{пр.ср}$ – среднее значение прямого тока через диод, А (таблица 3).

- в мостовых схемах выпрямления ток протекает по двум последовательно включённым диодам, поэтому потери мощности в диодах определяются по формуле 5, Вт:

$$\Delta P_d = 2 \cdot U_{пр.ср} \cdot I_{пр.ср}. \quad (5)$$

5 Коэффициент пульсации основной (первой) гармоники на выходе выпрямителя рассчитывается по формуле 6:

$$K_{п1} = \frac{2}{m^2 - 1}. \quad (6)$$

6 Частота пульсации основной (первой) гармоники f_1 , Гц определяется по формуле 7:

$$f_1 = m \cdot f_c, \quad (7)$$

где m – число импульсов выпрямленного тока за период (см. табл. 2);
 f_c - частота сети, Гц.

ЗАДАЧА 2

Рассчитать сглаживающий Γ - образный LC - фильтр, включенный после выпрямителя, по следующим пунктам:

- 1 Определить коэффициент сглаживания q .
- 2 Определить параметры элементов сглаживающего фильтра.
- 3 Начертить схему рассчитанного Γ - образного LC - фильтра, учитывая количество звеньев в фильтре.

Данные для расчёта приведены в табл. 1.

Методические указания по решению задачи 2

1 Расчёт параметров элементов сглаживающего LC - фильтра, включённого на выходе выпрямителя (задача 2), производится в следующем порядке.

- 1.1 Рассчитать коэффициент сглаживания $q_{по}$ по формуле 8:

$$q = \frac{K_{П1}}{K_{ПВЫХ}}, \quad (8)$$

где $K_{П1}$ - коэффициент пульсации первой гармоники на входе фильтра (на выходе выпрямителя), определяется для заданной схемы выпрямителя по формуле 6;

$K_{П.вых}$ - коэффициент пульсации первой гармоники на выходе фильтра (на нагрузке), см. табл. 1.

По рассчитанному значению q выбирается количество звеньев LC - фильтра.

Если $q < 25$, то применяется однозвенный LC - фильтр, и в этом случае $q_{зв} = q$, где $q_{зв}$ - коэффициент сглаживания одного звена LC - фильтра.

Если $q > 25$, то применяется двухзвенный LC - фильтр. Так как использование однотипных деталей более экономично, чем разнотипных, то в обоих звеньях двухзвенного фильтра включаются одинаковые элементы L и C. В этом случае коэффициент сглаживания каждого звена определяется по формуле 9:

$$q_{зв} = \sqrt{q}. \quad (9)$$

1.2 Рассчитать значения индуктивности ёмкости сглаживающего фильтра.

Одним из условий выбора индуктивности дросселя фильтра является обеспечение индуктивной реакции фильтра на выпрямитель. Минимальное значение индуктивности дросселя, удовлетворяющее этому условию, определяется по формуле 10, Гн :

$$L_{др\min} = \frac{2 \cdot U_0}{(m^2 - 1) \cdot m \cdot I_0 \cdot 3.314 \cdot f_c} \quad (10)$$

Величина ёмкости фильтра рассчитывается по формуле 11, мкФ :

$$C = \frac{10 \cdot (q_{зв} + 1)}{m^2 \cdot L_{др\min}} \quad (11)$$

Из таблицы 4 следует выбрать тип конденсатора с номинальной ёмкостью, исходя из рассчитанного значения ёмкости C и номинального напряжения конденсатора $U_{ном}$, величина которого определяется по формуле 12:

$$U_{ном} > 1,2 U_0. \quad (12)$$

Если в таблице 4 на нужное напряжение не окажется конденсатора с рассчитанной ёмкостью, то следует выбрать конденсатор с максимальной номинальной ёмкостью на рассчитанное номинальное напряжение и включить от двух до пяти таких конденсаторов параллельно друг другу.

При этом может оказаться, что общая ёмкость пяти параллельно включённых конденсаторов $C_{общ}$ в несколько раз (5...15) меньше рассчитанного значения ёмкости фильтра C. Получение расчётного значения

ёмкости фильтра путём дальнейшего увеличения количества конденсаторов нецелесообразно, поэтому общую ёмкость $C_{\text{общ}}$ выбранных конденсаторов считают номинальной ёмкостью фильтра.

В этом следует величину индуктивности $L_{\text{др. min}}$ следует увеличить во столько же раз, во сколько раз $C_{\text{общ}}$ меньше рассчитанной ёмкости фильтра C , поскольку необходимо соблюсти условие $LC = \text{const}$.

1.3 Изобразить схему сглаживающего фильтра с учётом количества звеньев и числа параллельно включённых конденсаторов в каждом звене фильтра, которые получились в результате Вашего расчёта.

Таблица 4- Конденсаторы с оксидным диэлектриком

Тип	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, мкФ
К 50-12	6,3	10; 22; 47; 100; 220; 470; 1000; 2200; 5000
	12	5; 10; 22; 47; 100; 220; 470; 1000; 2000
	25	2; 47; 10; 22; 47; 100; 220; 470; 1000; 2200; 5000
	50	1; 2,2; 4,7; 22; 47; 100; 200
	100	1; 2,2; 4,7; 22; 50
	160	1; 2,2; 4,7; 10; 22; 47; 100; 200
К 50-18	6,3	100 000; 220 000
	10	100 000
	16	22 000; 68 000; 100 000
	25	15 000; 33 000; 100 000
	50	470; 10 000; 15 000; 22 000
	80	4700; 10 000; 15 000
	100	2200; 4700; 10 000
	250	1000; 4700
К 50-27	160	470; 1000
	250	10; 22; 47; 100; 220; 470
	300	10; 22; 47; 100; 220; 470
	350	4,7; 10; 22; 47; 100; 220
	450	2,2; 4,7; 10; 22; 47; 100; 220
К 50-32А	16	15 000; 22 000; 33 000; 47 000
	40	4700; 10 000; 22 000
	63	1500
К 50-32	160	1000; 1500; 2200; 3300; 4700
	250	100; 450; 220; 330; 470; 680; 1000; 15 000; 2200
	350	47; 68; 100; 150; 220; 330; 470; 680; 1000
	450	47; 68; 100; 150; 220; 330; 470
К 50-38	6,3	47; 100; 220; 470; 1000; 2200; 4700; 10 000
	16	47; 100; 220; 470; 1000; 2200; 4700; 10 000
	25	22; 47; 100; 220; 470; 1000; 2200
	40	22; 47; 100; 220; 470; 1000; 2200
	63	10; 47; 100; 220; 470; 1000; 2200
	100	4,7; 10; 22; 47; 100; 220
	160	1; 22; 4,7; 10; 22; 47; 100

ЗАДАЧА 3

Рассчитать электропитающую установку ЭПУ-60 (ЭПУ-48) по следующим пунктам:

- 1 Выбрать тип и количество аккумуляторов в батарее, необходимых для аварийного питания нагрузки. Расшифровать обозначение выбранных аккумуляторов.
- 2 Выбрать тип установки электропитания предприятия связи (УЭПС) и количество выпрямительных устройств типа ВВВ.
- 3 Рассчитать энергетические параметры выпрямительно-аккумуляторной установки.

Данные для расчёта приведены в таблице 5.

Таблица 5

Исходные данные	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ток нагрузки I_n, A	80	100	70	120	65	95	110	75	85	100
Номинальное напряжение $U_{ном}, B$	60	48	60	48	60	48	60	48	60	48
Категория электроснабжения потребителя	Первая	Особая группа 1	Первая	Особая группа Iк	Первая	Особая группа Iк	Первая	Особая группа Iк	Первая	Особая группа Iк
Температура электролита, t°	24 ⁰	26 ⁰	23 ⁰	25 ⁰	24 ⁰	23 ⁰	26 ⁰	25 ⁰	24 ⁰	26 ⁰

Методические указания к решению задачи 3

1 Расчёт и выбор аккумуляторной батареи

1.1 Расчёт ёмкости аккумуляторной батареи

Аккумуляторная батарея обеспечивает электропитание нагрузки в аварийном режиме. Необходимая ёмкость свинцово-кислотной батареи OP_ZS (с жидким электролитом), приведённая к нормальным условиям разряда, определяется по формуле 13, А·ч :

$$Q_i = \frac{I_{нагр} t_p}{\eta [1 + 0,008(t^{\circ} - 20^{\circ})]}, \quad (13)$$

где Q_i - расчётная ёмкость батареи в ампер-часах, приведённая к нормальной температуре электролита (20⁰С), А· ч ;

$I_{\text{НАГР}}$ – ток нагрузки, указанный в исходных данных, А;

t_p – время разряда батареи в часах, зависит от категории электроснабжения: для потребителей особой группы первой категории-2 часа, для потребителей первой категории-8 часов, ч;

η -коэффициент отбора ёмкости, зависящий от времени разряда, t_p ;

при $t_p=2\text{ч}$ $\eta_q=0,61$

при $t_p=8\text{ч}$ $\eta_q=0,94$

t° - фактическая температура электролита , указанная в исходных данных.

1.2 Выбор типа аккумулятора.

Поскольку аккумуляторная батарея состоит из двух параллельных групп, то получившуюся величину ёмкости необходимо разделить на два.

Выбор типа аккумулятора производится по таблице 6.

Например, расчётную ёмкость батареи $Q_t=800\text{А}\cdot\text{ч}$ делим на два и выбираем аккумулятор типа 6 OP_ZS 420 с номинальной ёмкостью $Q_{\text{НОМ}}=420\text{А}\cdot\text{ч}$.

Выбирается аккумулятор, номинальная ёмкость которого должна превышать расчётную.

В выбранном типе аккумулятора первое число кода соответствует количеству положительных пластин, буквенное обозначение расшифровывается как «стационарные необслуживаемые аккумуляторы с трубчатыми положительными пластинами», последнее число показывает номинальную ёмкость $Q_{\text{НОМ}}$ аккумулятора при 10-часовом разряде номинальным током.

1.3 Количество элементов в одной группе аккумуляторной батареи определяется по формуле 14:

$$n = \frac{U_{\text{НОМ}}}{2} \quad (14)$$

где $U_{\text{НОМ}}=60$ (48) - номинальное напряжение на нагрузке, В;

2 – номинальное напряжение одного аккумулятора, В.

Таблица 6 Типы аккумуляторов OP_ZS

Тип элемента	Ёмкость, А·ч					Разрядный ток, А				
	часы					часы				
	10	5	3	1	0,5	10	5	3	1	0,5
3 OP _Z S 150	150	129	113	76.5	59.2	15	25.8	37.7	76.5	108.5
4 OP _Z S 200	200	172	150	102	79	20	34.4	50	102	158
5 OP _Z S 250	250	215	188	127	98.7	25	43	62.7	127	195.5
6 OP _Z S 300	300	258	225	153	118.5	30	51.6	75	153	237
5 OP _Z S 350	345	303	268	172	130	34.5	60.6	89.3	172	260
6 OP _Z S 420	404	363	321	207	156	41.4	72.6	107	207	312
7 OP _Z S 490	483	424	375	241	182	48.3	84.8	125	241	364
6 OP _Z S 600	588	519	450	296	214.2	58.8	108.8	150	286	428.4
8 OP _Z S 800	784	692	600	381	285.6	78.4	138.4	200	381	571.2
10 OP _Z S 1000	980	865	750	477	357	98	173	250	477	714
12 OP _Z S 1200	1170	1038	900	573	428.4	117	207.6	300	572	856.8
12 OP _Z S 1500	1500	1350	1188	726	516	150	270	396	725	1032
15 OP _Z S 1875	1870	1688	1485	907	645	187	337.6	495	907	1290
16 OP _Z S 2000	2000	1800	1584	968	688	200	360	528	968	1376
20 OP _Z S 2500	2500	2250	1980	1210	860	250	450	660	1210	1720
24 OP _Z S 3000	3000	2700	2376	1452	1032	300	540	792	1452	2064

2Расчёт и выбор установки электропитания предприятия связи (УЭПС)

2.1 Расчёт тока нагрузки УЭПС.

Выпрямительная установка должна обеспечить питание нагрузки и заряд аккумуляторной батареи после её разряда при отключении

электроэнергии. Поэтому суммарный ток ЭПУ ($I_{ЭПУ}$) должен составлять сумму тока нагрузки ($I_{НАГР}$) и тока заряда батареи ($I_{ЗАР}$).

Ток заряда двух группы батареи рассчитывается по формуле 15, А

$$I_{ЗАР} = 0.1 \cdot Q_{НОМ} \cdot 2 \quad (15)$$

где $Q_{НОМ}$ -номинальная ёмкость выбранного аккумулятора, А·ч

Ток нагрузки выпрямительной установки определяется по формуле 16, А

$$I_{ЭПУ} = I_{НАГР} + I_{ЗАР} \quad (16)$$

2.2 Из таблицы 7 следует выбрать устройство типа УЭПС-3 или УЭПС-3К на $U_{НОМ} = 60В$ или $48В$ и величину $I_{ЭПУ}$ с выпрямителями ВБВ (выпрямительные устройства с бестрансформаторным входом).

Например, при расчётном токе $I_{ЭПУ} = 120А$, $U_{НОМ} = 60В$ выбираем УЭПС-3 60/150-0606-М. В выбранном типе УЭПС-3: цифра 60 означает – номинальное напряжение, В; цифра 150- максимальный выходной ток при полной комплектации выпрямителями, А; цифры 06- максимальное количество выпрямителей устанавливаемых в устройстве; цифры 06- количество выпрямителей, установленных в устройстве; индекс М- модернизированный.

Таблица 7

Тип устройства	Выпрямители ВБВ	
	Тип	Количество, шт.
УЭПС-3 60/150-0606-М	ВБВ 60/25 -3К	6
УЭПС-3 60/300-1212-М	ВБВ 60/25 -3К	12
УЭПС-3К 60/80-44	ВБВ 60/20 -3К	4
УЭПС-3 48/180-0606-М	ВБВ 48/30 -3К	6
УЭПС-3 48/360-1212-М	ВБВ 48/30 -3К	12
УЭПС-3К 48/100-44	ВБВ 48/25 -3К	4

2.3 Количество выпрямителей (модулей) необходимое для комплектации УЭПС, выбирается из условия 17:

$$K_{ВУ} \geq \frac{I_{ЭПУ}}{I_{ВБВ}} \quad (17)$$

где $k_{\text{в}} -$ число параллельно включённых выпрямительных модулей;

$I_{\text{ВВВ}}$ – максимальный ток одного выпрямителя, А

К выбранному рабочему комплекту ВВВ следует добавить одно резервное того же типа.

Типы и основные электрические характеристики выпрямителей приведены в таблице 8.

Таблица 8

Тип выпрямителя	Основные электрические характеристики				
	Диапазон регулировки выходного напряжения, В	Диапазон изменения выходного тока, А	Максимальная выходная мощность, Вт	КПД	Коэффициент мощности
ВВВ-60/25 3К	54-72	0-25	1800	0,92	0,99
ВВВ-60/20 3К	54-72	0-20	1200	0,92	0,99
ВВВ-60/30 5К	40,5-72	0-30	1800	0,92	0,99
ВВВ-48/30-3К ВВВ-48/25-3К	43-56	0-30 0-25	1680 1200	0,92	0,99 0,98

Примечание: условное обозначение типа выпрямителя, приведённого в таблице 4, расшифровывается следующим образом:

- ВВВ- выпрямительные устройства с бестрансформаторным входом;
- цифра в числителе-номинальное выходное напряжение, В;
- цифра в знаменателе-максимальный ток нагрузки, А;
- цифра 3(2 или 5) –номер исполнения;
- буква К- наличие корректора коэффициента мощности.

3Расчёт энергетических параметров выпрямительно-аккумуляторной установки.

3.1 Максимальная потребляемая мощность УЭПС-3 от сети переменного тока, с учётом КПД выпрямительного устройства, рассчитывается по формуле 18, кВт:

$$P_{\text{max}} = \frac{I_{\text{эпу}} \cdot U_{\text{э.б.}}}{\eta_{\text{ВВВ}}} \quad (18)$$

где $\eta_{\text{ВВВ}}$ - КПД выбранного выпрямительного устройства.

Uз.б.(В) - напряжение заряда батареи (способ модифицированного заряда).

Для аккумуляторов типа OPzS и OPzV напряжение заряда батареи рассчитывается по формуле 19

$$U_{з.б.} = 2,35 \cdot n \quad (!9)$$

где n – количество элементов в аккумуляторной батарее,

2,35 –напряжение заряда одного аккумулятора, В

3.2 Полная мощность, потребляемая установкой от сети переменного тока, рассчитывается по формуле 20, кВт·А:

$$P_S = \frac{P_{MAX}}{\cos \varphi}, \quad (20)$$

где $\cos \varphi$ -коэффициент мощности выбранного типа ВБВ.

ЗАДАЧА 4

1 Начертить электрическую функциональную схему ЭПУ-60 (48) по данным полученным в задаче 3.

2 Указать состав и назначение основного оборудования ЭПУ.

3Рассмотреть цепи питания нагрузки по схеме ЭПУ.

Пояснить, как осуществляется бесперебойное питание аппаратуры связи от ЭПУ:

3.1 при наличии сети переменного тока (нормальный режим), (для вариантов с 1 по 4);

3.2 при пропадании сети переменного тока (аварийный режим), (для вариантов с 5 по 7);

3.3 при восстановлении сети переменного тока (послеаварийный режим), назначение (для вариантов с 8 по 10);

Методические указания по выполнению задачи 4

Типовая схема ЭПУ-60 приведена на рисунке 1.

На схеме следует изобразить то количество выпрямительных модулей (ВБВ), которое получилось в результате Вашего расчёта. Типовая схема ЭПУ-48 строится аналогично.

На рисунке 1 представлена структурная схема ЭПУ-60, называемая буферной модульной системой электропитания. Особенностью таких систем является параллельное подключение аккумуляторной батареи к выходу выпрямителей и питаемой нагрузке.

В состав ЭПУ-60 (48) входят:

- комплект выпрямительных устройств типа ВБВ, состоящий из K модулей для электропитания аппаратуры связи, заряда и подзаряда аккумуляторной батареи;

- автоматические выключатели А1-1...А1-К для подключения выпрямителей к вводному щиту переменного тока ЩПТА;
- автоматические выключатели А2-1...А2-К для подключения выхода выпрямителей к аккумуляторной батарее и нагрузке;
- двухгруппная аккумуляторная батарея АБ №1иАБ №2;
- автомат (контактор) глубоко разряда АГР для отключения аккумуляторной батареи от аппаратуры при глубоком разряде;
- батарейные автоматические выключатели АБ1, АБ2 для подключения аккумуляторной батареи к нагрузке;
- токовые шунты для измерения тока в цепи аккумуляторных батарей Ш1 и в цепи нагрузок Ш2;
- токовые шунты для измерения тока в цепи аккумуляторных батарей Ш1 и в цепи нагрузок Ш2;
- автоматические выключатели Аn-1...Аn-т для подключения нагрузки;
- контроллер для контроля за состоянием выпрямителей, автоматических выключателей, предохранителей; для контроля за напряжением и током аккумуляторной батареи и нагрузки; её отключением при глубоком разряде; температурой окружающей среды; за ёмкостью аккумуляторной батареи, наличием всех трёх фаз питающей сети. При отключении любого из автоматов или срабатывании защиты на дисплее контроллера появляется соответствующая информация.

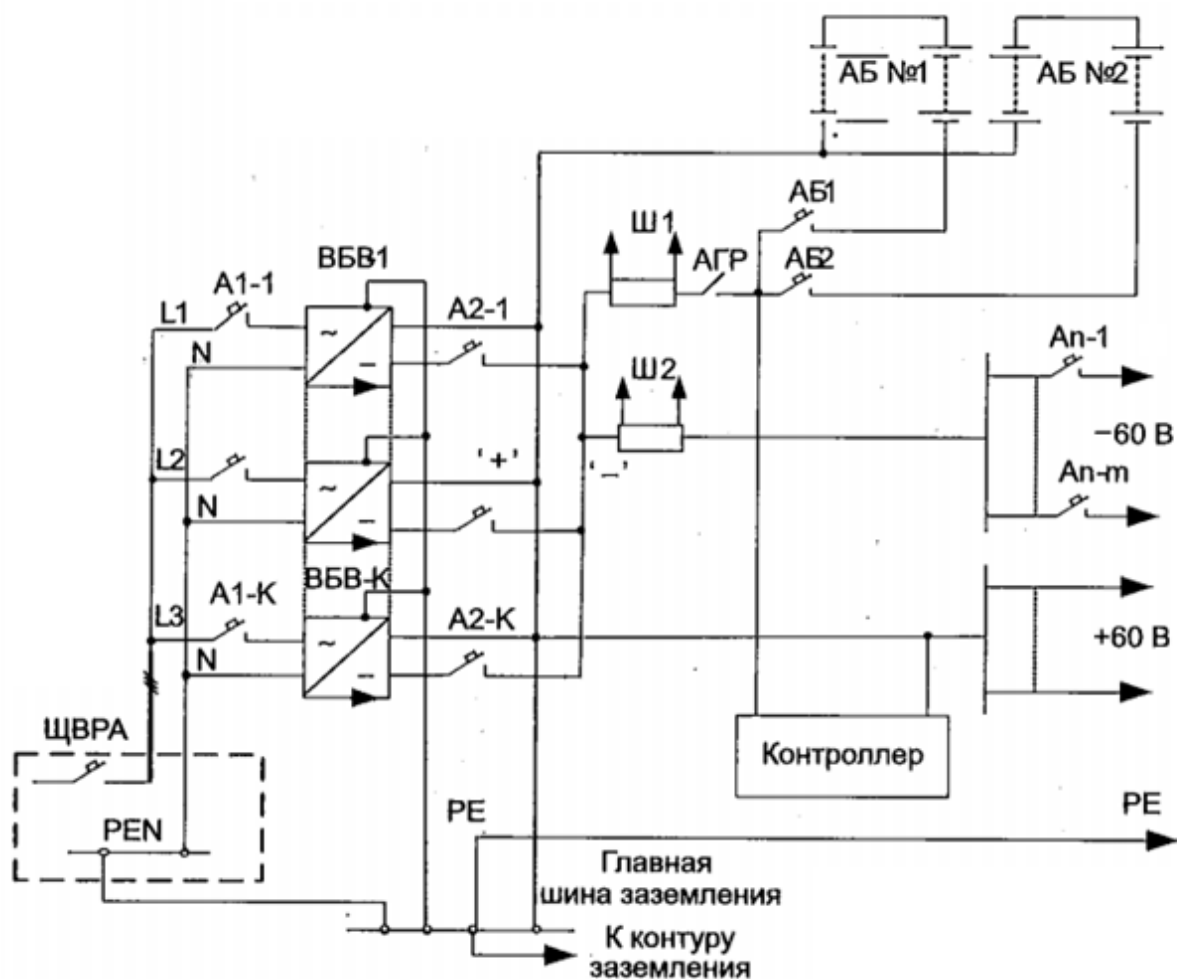


Рисунок 1 - Схема электрическая функциональная ЭПУ-60

Работа ЭПУ

В нормальном режиме электропитание аппаратуры связи и непрерывный подзаряд аккумуляторной батареи осуществляется от рабочих ВБВ. Автоматические выключатели А1-1...А1-К и А2-1...А2-К замкнуты.

В аварийном режиме питание аппаратуры осуществляется от разряжающейся аккумуляторной батареи. Для того, чтобы не допустить сульфатации аккумуляторов в результате недопустимого их глубоко разряда, в систему электропитания вводится контактор АГР, отключающий батарею от аппаратуры.

При восстановлении электроснабжения выпрямительные устройства обеспечивают питание аппаратуры и заряд аккумуляторной батареи без отключения её от нагрузки.

Заряд аккумуляторной батареи производится автоматически двумя способами: модифицированный /U/ и заряд при постоянном напряжении.

Модифицированный заряд /U/ проводят в две ступени: Первая ступень – стабилизированным током с точностью +/-10% в пределах 0,1-0,3Qном до повышения напряжения до 2,35 В/эл. При снижении зарядного тока до величины 0,02-0,05Qном устройство УИТ переключит

УЭПС во вторую ступень заряда. Вторая ступень – заряд при постоянном напряжении 2,23 В/эл (напряжение подзаряда для аккумуляторов типа OPzS и OPzV), при этом ток заряда постепенно снижается. Ориентировочно, через 26 часов аккумуляторы в батарее полностью заряжаются. Такой способ заряда батареи значительно снижает время заряда.

Заряд при постоянном /U/ напряжении проводят при напряжении 2,23 В/эл +/- 1%. Начальный ток заряда при этом не должен превышать 2,23 В/эл.

Достоинства буферной модульной системы электропитания:

- высокое качество вырабатываемой энергии, так как используются сглаживающие стабилизирующие свойства аккумуляторной батареи, подключённой параллельно нагрузке;
- возможность увеличения количеств выпрямительных устройств, входящих в состав ЭПУ, что позволяет наращивать отдаваемую мощность установки;
- минимальное количество устройств, входящих в состав ЭПУ, что обеспечивает низкую стоимость и высокую надёжность;
- высокий КПД, практически равный КПД ВБВ;
- высокий коэффициент мощности (в случае применения выпрямителей с корректором коэффициент мощности).

4 Экзаменационные вопросы по дисциплине ОП.07 Энергоснабжение телекоммуникационных систем

- 1 Устройство и принцип действия трансформаторов однофазного и трехфазного тока.
- 2 Соединение обмоток трехфазных трансформаторов.
- 3 Структурная схема выпрямительного устройства. Вентили и их основные параметры.
- 4 Работа выпрямителя на активную нагрузку.
- 5 Работа выпрямителя на аккумуляторную батарею.
- 6 Работа выпрямителя на емкостную нагрузку.
- 7 Работа выпрямителя на индуктивную нагрузку.
- 8 Однофазная однополупериодная схема выпрямления. Пояснить работу выпрямителя с помощью временных диаграмм.
- 9 Однофазная двухполупериодная схема выпрямления. Пояснить работу выпрямителя с помощью временных диаграмм.
- 10 Однофазная мостовая схема выпрямления. Пояснить работу выпрямителя с помощью временных диаграмм.
- 12 Трехфазная схема выпрямления (Миткевича). Пояснить работу выпрямителя с помощью временных диаграмм
- 13 Трехфазная мостовая схема выпрямления (Ларионова). Пояснить работу выпрямителя с помощью временных диаграмм.
- 14 Пульсации выпрямленного напряжения. Сглаживающие фильтры (назначение, параметры)
- 15 Фильтр типа «L». Пояснить работу фильтра.
- 16 Сглаживающие фильтры типа «LC». Многозвенные фильтры. Пояснить работу фильтра.
- 17 Сглаживающие фильтры типа «RC». Пояснить работу фильтра.
- 18 Фильтры с резонансными контурами. Пояснить работу фильтра.
- 19 Управляемые выпрямители на тиристорах. Фазорегуляторы
- 20 Стабилизация тока и напряжения. Параметры стабилизаторов.
- 21 Параметрический метод стабилизации. Пояснить работу Параметрического стабилизатора напряжения постоянного тока.
- 22 Компенсационный метод стабилизации. Компенсационные стабилизаторы на транзисторах. Пояснить работу стабилизатора.
- 23 Импульсные стабилизаторы постоянного напряжения. Принцип работы.
- 24 Импульсный стабилизатор с ШИМ. Пояснить работу стабилизатора.
- 25 Импульсный стабилизатор с ЧИМ. Пояснить работу стабилизатора.
- 26 Преобразователи постоянного тока (типы, принцип действия).
- 27 Транзисторные преобразователи с самовозбуждением.
- 28 Транзисторные преобразователи с посторонним возбуждением.
- 29 Тиристорный двухтактный преобразователь с нулевой точкой.
- 30 Источники вторичного электропитания с бестрансформаторным входом.

- 31 Выпрямительные устройства серии ВУТ. Структурная схема силовой части выпрямителя. Назначение основных элементов схемы.
32. Выпрямительные устройства серии ВВВ. Назначение, структурная схема. Стабилизация напряжения.
- 33 Аккумуляторы. Типы. Конструкция. Основные параметры.
- 34 Режимы эксплуатации аккумуляторов на предприятиях связи.
- 35 Электроустановки, их состав, классификация потребителей по условиям электроснабжения.
- 36 Трансформаторные подстанции. Назначение, оборудование
- 37 Устройство автоматического включения резерва типа АВР.
- 38 Собственные электростанции. Назначение, оборудование
- 39 Установки бесперебойного питания(УБП) постоянным током. Состав. Назначение оборудования.
- 40 УББ буферной системы. Структурная схема. Работа УБП в нормальном, аварийном режимах.
- 41 Буферная система питания с вольто- добавочным конвертором(ВДК). Работа в нормальном, аварийном режимах.
- 42 Буферная модульная система питания. Структурная схема. Работа УБП в нормальном, аварийном режимах.
- 43 Устройства гарантированного питания переменным током типа «off-line». Структурная схема. Работа УБП в нормальном и аварийном режимах
44. Устройства бесперебойного питания переменным током типа « on-line». Структурная схема. Работа УБП в нормальном и аварийном режимах.
- 45 Электроустановка радио-релейной станции.
- 46 Электроустановка телевизионного центра.
- 47 Электропитание оборудования радиопередающих центров.

Промежуточная аттестация по учебной дисциплине ОП.07 Энергоснабжение телекоммуникационных систем предусмотрена в форме экзамена.

Форма экзамена: письменная

Условия выполнения задания:

Место выполнения задания: аудитория.

Максимальное время выполнения задания: 1 час 30 мин.

Критерии оценивания заданий экзамена:

«5» – 90% – 100% правильных ответов

«4» – 89% – 75% правильных ответов

«3» – 74% -60% правильных ответов

«2» – менее 60% правильных ответов

Список рекомендуемых источников:

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

1. Проектирование и эксплуатация энергоустановок телекоммуникационных систем: Учебное пособие / Хорольский В.Я., Ершов А.Б. - Москва: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 184 с.: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=536743>

2. Хорольский, В. Я. Проектирование и эксплуатация энергоустановок телекоммуникационных систем : учеб.ное пособие / В. Я. Хорольский, А. Б. Ершов. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2019. — 184 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-106643-0. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=329959> (дата обращения: 08.06.2020). — Режим доступа: для зарегистрир.пользователей.—Текст : электронный.

Дополнительные источники:

1. Артамонова, О. М. Расчет параметров электропитающих устройств оборудования телекоммуникаций : учебное пособие / О. М. Артамонова. — Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 94 с. — ISBN 2227-8397. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/75405.html> (дата обращения: 08.06.2020). — Режим доступа: для зарегистрир.пользователей.—Текст : электронный