

МПС РОССИИ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОТКРЫТЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

19/4/5

Одобрено кафедрой
“Автоматика и телемеханика
на железнодорожном транспорте”

ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ УСТРОЙСТВ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ,
ТЕЛЕМЕХАНИКИ И СВЯЗИ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПИТАЮЩИХ
УСТРОЙСТВ ДОМА СВЯЗИ

Задание на курсовую работу
с методическими указаниями
для студентов IV курса

специальности

210700. АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНИКА И СВЯЗЬ
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ (АТС)

специализации

210702. СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ
И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ (СПИ)



Москва - 2001

Разработана на основании примерной учебной программы данной дисциплины, составленной в соответствии с государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки инженера по специальности 210700.

© Российский государственный открытый технический университет путей сообщения, 2001

ВВЕДЕНИЕ

При выполнении курсовой работы стоят две основные задачи:

1. Самостоятельно, по рекомендованной литературе, изучить системы электропитания устройств связи;

2. Произвести расчет электрических параметров заданного узла или элемента электропитающей установки, осуществляющей преобразование, регулирование, контроль, защиту и резервирование напряжений переменного и постоянного токов, обеспечивающих надежную работу аппаратуры связи.

Основной задачей при этом является обеспечение бесперебойного снабжения аппаратуры связи энергией в эксплуатационных условиях.

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

Для заданного дома связи требуется разработать установку электропитания и рассчитать параметры её основного электрооборудования.

Исходные данные для проектирования необходимо выбирать из таблиц 1-3 по двум последним цифрам учебного шифра. Если шифр заканчивается одной цифрой, то предпоследней цифрой считается 0.

Содержание курсовой работы

Курсовая работа состоит из чертежей и расчетно-пояснительной записки.

В расчетно-пояснительной записке приводятся:

- краткая характеристика предусмотренной заданием аппаратуры связи с указанием ее назначения и элементной базы построения; общие требования к электроустановке;

- специальные требования, предъявляемые аппаратурой связи к устройствам электропитания;

- выбор системы электропитания дома связи по способу регулирования напряжения на питаемой аппаратуре;

- расчет основного электрооборудования: аккумуляторных батарей, элементов схемы поддержания напряжения на

входе питаемой аппаратуры в заданных пределах, мощности выпрямительных устройств;

- расчет мощности и выбор типа резервного дизель-генераторного агрегата (ДГА);

- расчет нагрузки дома связи на внешние сети переменного тока и определение $\cos \varphi$.

Чертежи электроустановки дома связи должны содержать структурную и функциональные схемы ЭПУ.

В целях сокращения чертежных работ разрешается функциональные схемы ЭПУ совместить со структурной схемой установки, показав на ней основные элементы ЭПУ в развернутом виде (см. рис. 1, 2).

Исходные данные

1. Проектируемый дом связи представляет собой отдельное здание, размещаемое на двухкабельной магистральной линии связи, и является обслуживаемым усилительным пунктом (ОУП).

Характеристика дома связи и условий его внешнего электроснабжения приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика дома связи и условия внешнего электроснабжения

Вариант (последняя цифра шифра)	Дом связи (ОУП)			Характеристика внешнего электроснабжения
	Характер здания	тип	место расположения	
0, 2, 8	Трехэтажное кирпичное	III	Крупная станция	Круглосуточное и устойчивое электроснабжение по двум линиям от двух пунктов крупной энергосистемы
7, 3	Одноэтажное с подвалом	II	Промежуточ- ная станция	Круглосуточное, но с перебоями аварийного характера по одной линии от одного пункта – распределительной подстанции электросетей общего назначения
6, 5, 4	Трехэтажное кирпичное	III	Крупная станция	Круглосуточное и устойчивое по двум линиям от одного мощного источника – распределительного пункта энергосистемы
9, 1	Одноэтажное с подвалом	II	Промежуточ- ная станция	Круглосуточное и устойчивое электроснабжение по двум линиям от одного источника – местных сетей переменного тока

Номинальное напряжение трехфазного переменного тока на вводах дома связи - 380 В, его колебания находятся в пределах 348-399 В. Отклонения частоты переменного тока не превышают $\pm 4\%$.

2. В линейно-аппаратном зале (ЛАЗ) дома связи размещаются обслуживаемые усилительные станции транзитных и каналобразующая аппаратура конечных пунктов высокочастотных (ВЧ) систем передачи К-60п, аппаратура уплотнения воздушных и кабельных линий примыкающих направлений, а также аппаратура оперативно-технологической связи.

Кроме того, в доме связи размещается автоматическая телефонная станция (АТС) местной связи, коммутаторы междугородной (МТС) и узлы автокоммутации (УАК) дальней автоматической телефонной связи (ДАТС).

Состав и количество оборудования в доме связи заданы в табл. 2.

Таблица 2

Состав и количество аппаратуры в доме связи

Тип аппаратуры	Единица измерения	Количество аппаратуры по вариантам * (последняя цифра шифра)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Системы передачи по линиям связи: К-60п (промежуточная станция ПК-60п)	система	2/4	3/4	4/3	5/3	6/2	6/3	5/4	4/4	3/3	2/5
К-60п (оконечная станция ОК-60п с ДП)	система	-/2	-/1	-/2	-/1	-/1	-/2	-/2	-/1	-/1	-/1
К-12+12 (оконечная станция ОК-12+12 с ДП)	система	2/2	-/1	-/1	1/-	1/-	1/2	1/1	-/1	-/1	-/2
В-12-3 (оконечная станция ОВ-12-3 с ДП)	система	-/1	1/-	2/2	-/2	-/2	-/1	1/-	1/1	-/1	2/-
В-3-3 (оконечная станция ОВ-3-3I(в))	система	-/1	1/-	1/2	-/1	-/1	-/1	1/-	1/1	-/1	2/-
В-3-3 (оконечная станция ОВ-3-3Ст с ДП)	система	-/1	2/-	1/2	-/2	-/1	-/1	1/2	2/-	-/1	1/-

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Аппаратура выделения и ВЧ транзита первичных групп: СВПГ-1ПГ СТПГ-К	стойка стойка	2/- -1	1/- -2	2/- -1	2/- -1	1/- -1	2/- -1	1/- -2	1/- -2	2/- -1	2/- -2
Аппаратура индивидуального преобразования: СИО-24п	стойка	2/-	1/-	2/-	2/-	1/-	2/-	1/-	1/-	2/-	2/-
Оборудование служебной связи и телемеханики: ССС-7 ТМ-ОУП	стойка комплект	1/1 1/1	1/1 1/1	1/1 1/1	1/1 1/1	1/1 1/1	1/1 1/1	1/1 1/1	1/1 1/1	1/1 1/1	1/1 1/1
Аппаратура тонального телеграфирования: ТТ-12	комплект	-3	-3	-2	-2	-2	-2	-2	-3	-3	-3
Аппаратура оперативно-технологической связи: ПСТ-2М ПСТ-4-70 РСДТ-2-61 ДРС-И-69 МСС-12-6-60 МСС-2-1-60	станция станция станция станция стойка стойка	-/ -2 -2 -1 -1 1/-	1/ -1 -1 -1 -1 1/-	1/1 -1 -/ -1 -1 1/-	-/ 1/ -/ -1 -1 1/-	-/ 1/2 -2 -1 -1 1/-	-/ 1/2 -1 -1 -1 1/-	1/1 -/ -/ -1 -1 1/-	-/ -1 -1 -1 -1 1/-	1/- -2 -2 -1 -1 1/-	1/1 -/ -/ -1 -1 1/-
Аппаратура междугородной и местной телефонной связи: АТСК-100/2000 АТСК-50/200 УАК ДАТС	номер номер Канал (комплект ДАТС) коммутатор	 -300 100/ - 3/50 1/2	 -400 200/ - 4/40 1/3	 -500 150/ - 5/30 1/3	 -600 100/ - 5/20 1/3	 -600 150/ - 4/20 1/2	 -500 100/ - 4/50 1/2	 -500 50/ - 5/50 1/3	 -400 100/ - 5/40 1/2	 -400 150/ - 3/30 1/2	 -300 200/ - 4/20 1/3

* Количество аппаратуры по числителю соответствует дому связи II типа, а по знаменателю - III типа.

ДП - дистанционное питание необслуживаемых усилительных пунктов (НУП) дальней связи.

3. Данные по дополнительным потребителям электроэнергии дома связи приведены в табл.3.

Оформление курсовой работы

Расчетно-пояснительная записка оформляется в виде брошюры, снабженной обложкой из плотной бумаги.

Объем записки не должен превышать 15-20 листов формата 203×288 мм. Текст рекомендуется писать на одной стороне листов, оставляя поля 4 см для возможных замечаний рецензента. Исправления по замечаниям следует приводить рядом с замечаниями на чистой стороне листов.

Листы записки должны быть пронумерованы. Пронумерованы должны быть также расчетные формулы и таблицы.

Приводимые в записке пояснения следует ограничить объемом, рекомендуемым в конце каждого из пунктов данных методических указаний.

Чертеж электроустановки дома связи рекомендуется выполнить карандашом на белой или миллиметровой бумаге.

Таблица 3

Дополнительные нагрузки дома связи

Наименование нагрузок	Установленная мощность, кВт	Коэффициент мощности, $\cos \varphi$	Коэффициент одновременности включения приборов нагрузки
Дом связи – тип II			
Силовое электрооборудование	4,3	0,8	0,78
Общее освещение	7,3	0,95	0,78
Аварийное освещение 24 В постоянного тока	0,17	1,0	1,0
Дом связи – тип III			
Вентиляция аккумуляторной, помещения ДГА, насосы для подкачки топлива ДГА (гарантированная силовая нагрузка)	10,4	0,8	0,6
Гарантированное освещение	8,3	0,92	0,7
Аварийное освещение 24 В постоянного тока	0,3	1,0	1,0
Негарантированное (общее) освещение	21,8	0,92	0,7
Негарантированное силовое электрооборудование (потребители хозяйственных нужд)	47,6	0,8	0,66

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АППАРАТУРЫ СВЯЗИ И ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕКТРОУСТАНОВКЕ

Перед проектированием электропитающих устройств дома связи предварительно рекомендуется ознакомиться с аппаратурой, устанавливаемой (в соответствии с заданием) в доме связи [4].

В пояснительной записке по данному пункту задания рекомендуется указать назначение каждого из типов заданной аппаратуры связи, привести её основные технические данные: емкость, количество каналов, направлений и т.п. Кроме того, следует также изложить общие требования, предъявляемые к установке электропитания дома связи (см. введение).

2. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ АППАРАТУРОЙ СВЯЗИ К УСТРОЙСТВАМ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

А. Обеспечение высокой надежности снабжения электроэнергией. В соответствии с ОСТ 32.14-80 [5], устанавливающим деление всех электроприемников железнодорожного транспорта в отношении надежности снабжения их электроэнергией на три категории. Дома связи отнесены к особой группе приемников 1-й категории. Приемники этой группы должны обеспечиваться двойным резервированием электропитания, т.е. их электроснабжение должно осуществляться от трех независимых источников электроэнергии.

На крупных станциях, как правило, имеется возможность обеспечить электроснабжение узла связи по двум отдельным линиям (фидерам) от двух независимых источников внешних сетей переменного тока. В этом случае в качестве третьего независимого источника переменного тока предусматривается установка в доме связи автоматизированного дизель-генератора (ДГА). Поскольку аппаратура связи не допускает даже кратковременных перерывов питания, возникающих, например, при

переключении фидеров, то ДГА дополняется аккумуляторной батареей, емкость которой рассчитывается исходя из электропитания аппаратуры связи в аварийных условиях в течение 1 ч [2].

Если электроснабжение дома связи обеспечивается лишь от одного внешнего источника электроэнергии, то вторым источником в этом случае считается ДГА, а в качестве третьего источника используется аккумуляторная батарея. Запас емкости батареи в этих условиях рассчитывается с учетом питания аппаратуры связи в часы наибольшей нагрузки (ч.н.н.) в течение 2 ч. Кроме того, для повышения надежности электроснабжения предусматривается прокладка двух питающих линий по возможности от разных точек электросети.

Б. Номинальные напряжения и показатели качества электрической энергии. Номинальные напряжения аппаратуры проводной связи, их отклонения и допустимые психофизическая или среднеквадратичная пульсации по постоянному току нормированы ГОСТ 5237-69 "Установки электропитания проводной связи. Напряжения" [1, табл. 12; 2, табл. II.1; 4, табл. 14.2]. Этому ГОСТу должны соответствовать и проектируемые установки электропитания домов связи.

Значения напряжений, допустимых пределов их изменений и величин пульсации целесообразно представить в обобщенном виде по аналогичным типам аппаратуры в форме табл. 4.

В. Токовые нагрузки, создаваемые аппаратурой связи, на источники питания. Необходимые для расчета данные потребления тока аппаратурой связи приведены в прил. 1 и 2.

При выполнении расчетов следует учитывать, что ОПУы кабельных магистралей осуществляют дистанционное питание аппаратуры НУПов через стойки СДП-К-60п. Кроме того, необходимо обратить внимание на оборудование систем дальней связи. Оно состоит из отдельных стоек. Некоторые из этих стоек являются групповыми и могут обслуживать одновременно несколько систем. Например, стойка СУГО-1-5 в системе К-60п рассчитана на работу до 8 систем и потребляет практически одинаковый ток как при одной, так и при 9 системах. Комплектация систем стойками приведена в прил. 3.

Параметры электропитания аппаратуры связи

Вид аппаратуры	Напряжение источника тока, В		Допустимая пульсация напряжения, создаваемая источником тока при измерении, В	
	номинальное	допускаемые пределы измерения	ламповым вольтметром со среднеквадратичной шкалой	пософометром
Аппаратура дальней связи на транзисторах (К-60п, ПСТ-4, МСС 2-1-60, ДРС-И-69 и др.)				
Коммутаторы ручных междугородных телефонных станций (М-60)				
Оборудование автоматических междугородных телефонных станций (ДАТС)				
Координатные АТС (АТС-К 100/2000)				
Аппаратура тонального телеграфирования (ТТ-12, ТТ-48 и др.)				

При определении типов стоек следует иметь в виду, что в ОУПах, где предусматривается выделение каналов, устанавливаются усилители с трехчастотной АРУ (стойка СЛУ-КОУП-3).

Нагрузка, создаваемая аппаратурой связи, не остается постоянной, поэтому устройства электропитания в целях обеспечения качественной связи должна рассчитываться с учетом максимального потребителя тока в ч. н. н.

Ток, потребляемый аппаратурой избирательной связи, значительно увеличивается во время посылки вызова. Так как время вызова незначительно, то при расчете емкости батареи учитывается только ток, потребляемый аппаратурой при разговоре.

В расчетах тока нагрузок рекомендуется предусматривать резерв 15-20% для развития связи в ближайшие 5-10 лет.

Результаты расчета нагрузок рекомендуется представить в форме табл. 5.

Таблица 5

**Расчетные данные потребления тока аппаратурой связи
в аварийном режиме**

Потребители электроэнергии	Единица измерения	Количество аппаратуры	Потребление тока в час наибольшей нагрузки, А, при напряжениях, В										
			ЛАЗ				АТС и МТС						
			Стабильн. – -21,2		Нестаб. – -24		60		24				
			на единицу	общая	на единицу	общая	на единицу	общая	на единицу	общая			
Аппаратура К-60п (ОП):	система												
СУГО -1 -1	стойка												
СГУ	стойка												
.....													
МСС-2-1-60	станция												
.....													
		Итого:											
		Резерв (20%)											
		Всего:											

В пояснительной записке следует обосновать расчетное время разряда аккумуляторных батарей и привести заполненные табл. 4 и 5, с указанием типа заданной аппаратуры связи.

**3. ВЫБОР СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ
ДОМА СВЯЗИ ПО СПОСОБУ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ,
ПОСТРОЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭПУ**

Под системой электропитания дома связи понимается совокупность системы электроснабжения и средств вторичного электропитания, объединенных общим функциональным назначением.

От выбранной системы электропитания зависит построение схем ЭПУ.

Системы питания по способу резервирования делятся на выпрямительно-аккумуляторные и безаккумуляторные (безбатарейные).

Выбор той или другой системы определяется условиями внешнего электроснабжения. Безбатарейная, или двухлучевая, система может применяться лишь при электроснабжении объекта

связи от двух заведомо надежных и независимых внешних источников питания, одновременное отключение которых исключается как в нормальных, так и в аварийных условиях. При этом не допускаются кратковременные понижения их напряжений более чем на 40 % от номинальных значений. Большое влияние на качество электропитания оказывают также переходные процессы в электросетях. Поэтому двухлучевая система на железнодорожном транспорте находит ограниченное применение. Она рекомендуется в основном для ЭПУ каналообразующей аппаратуры и автоматических станций коммутации телеграфной связи и передачи данных в крупных узлах связи при управлениях железных дорог.

Выпрямительно-аккумуляторные системы, являясь основными системами электропитания устройств железнодорожной проводной связи, формируются из кислотно-свинцовых аккумуляторов.

При многобатарейных системах для каждого из напряжений постоянного тока, требуемых для питания аппаратуры связи, устанавливается отдельная ЭПУ (выпрямительные и коммутационные устройства, аккумуляторные батареи).

Многобатарейные системы позволяют постепенно наращивать мощность преобразовательно-распределительных устройств ЭПУ путем добавления стандартных блоков оборудования.

На небольших узлах размещаются, как правило, потребители 24 В и различные небольшие потребители с более высокими напряжениями. Если токи нагрузок по цепи 60 В не превышают 1 А, по цепи 220 В - 3 А, то для питания узла связи рекомендуется применение однобатарейной системы питания.

Однобатарейная система находит широкое применение на небольших железнодорожных станциях для питания внутростанционной связи и телеграфной аппаратуры.

Анализируя питающие цепи ЛАЗов, необходимо учитывать, что стабилизированное напряжение 21,2 В получается на выходе стоек САРН при питании их напряжением 24 В. Поэтому система питания ЛАЗов основывается на одной аккумуляторной батарее 24 В.

По способу эксплуатации ЭПУ делятся на автоматизированные (необслуживаемые) и неавтоматизированные (обслуживаемые).

Автоматизированные ЭПУ обеспечивают возможность автоматизации процесса послеаварийного заряда аккумуляторных батарей без отключения их от шин потребителей, а также автоматическое включение резервного выпрямителя при отключении одного из рабочих, включение выпрямительных устройств в работу при восстановлении напряжения в питающей сети и т.п. ЭПУ этого типа снабжены системой сигнализации, контролирующей режим работы установки и неисправности в цепях автоматики.

Выбор того или иного способа эксплуатации ЭПУ определяется надежностью внешнего электроснабжения и токовой нагрузкой ЭПУ.

При ненадежном внешнем электроснабжении, что является характерным для небольших узлов связи (один фидер внешнего электроснабжения с перерывами аварийного характера), случаи отключения электроэнергии являются достаточно частыми и поэтому послеаварийный заряд аккумуляторных батарей осуществляется в ускоренном 7-часовом режиме.

При выборе способа эксплуатации ЭПУ возможны такие ситуации, когда нагрузка по цепи одного напряжения соответствует автоматизированной ЭПУ, а нагрузка по цепи другого напряжения - неавтоматизированной ЭПУ. В таких случаях в целях удобств обслуживания, унификации оборудования, уменьшения номенклатуры запчастей целесообразно выбирать в доме связи единую неавтоматизированную ЭПУ. Проектирование автоматизированной ЭПУ рекомендуется для питания АТС, УАК ДАТС и телеграфных станций, когда их токи нагрузок превышают 100 А.

Аккумуляторные батареи в процессе эксплуатации подвергаются ежегодным контрольным разрядам и другим профилактическим мероприятиям с отключением от нагрузки.

Однотипные аккумуляторные батареи в ЭПУ узлов железнодорожной связи находят ограниченное применение. Использовании таких батарей допускается только для питания АТС и узлов ДАТС при токе нагрузки в автоматизированной ЭПУ до 140 А и в неавтоматизированной - до 40 А, а также для питания телеграфных станций.

На основе анализа исходных и расчетных данных в пояснительной записке необходимо , привести обоснование выбора системы электропитания заданного дома связи по способу резервирования, построения и эксплуатации ЭПУ, а также определить число групп аккумуляторных батарей.

4. ВЫБОР ВИДА ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ И СПОСОБА ПОДДЕРЖАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ НА ВХОДЕ ПИТАЕМОЙ АППАРАТУРЫ В ЗАДАННЫХ ПРЕДЕЛАХ

Для того чтобы аккумуляторная батарея при работе в буферном режиме находилась в заряженном состоянии необходимо поддерживать на ее зажимах напряжение, равное 2,2 В на аккумулятор (режим непрерывного подзаряда).

Существует два способа поддержания напряжения на входе питаемой аппаратуры в заданных пределах:

- а) гасящих элементов;
- б) секционирования батареи.

При способе гасящих элементов [1, § 26, 27; 3, § 50] в цепь нагрузки последовательно включаются нелинейные или управляемые элементы, на которых гасится избыток напряжения.

При способе секционирования [1, § 25; 3, § 50] батарея делится на основную ОБ и добавочную ДБ секции (группы). На буферную работу включается только ОБ, количество аккумуляторов в которой выбирается таким, чтобы напряжение на ней было примерно равно среднему значению напряжения питания аппаратуры.

При переходе от нормального режима к аварийному в первом случае выключаются гасящие сопротивления, а во втором - к ОБ последовательно подключается ДБ.

Аппаратура, требующая стабилизированного напряжения $21,2 \pm 3\%$ В, включается через стойки автоматического регулирования напряжения (САРН).

САРНы комплектуются полупроводниковыми стабилизаторами или угольными регуляторами напряжения и обладают ограниченным диапазоном изменения сопротивления и поэтому при

резко изменяющейся нагрузке диапазон регулирования САРН в данных условиях не могут использоваться.

Способ гасящих элементов является сравнительно простым, но неэкономичным. Метод секционирования батареи, наоборот, экономичен, но требует усложнения схемы и оборудования ЭПУ.

Для железнодорожных узлов связи небольшой мощности заводы МПС поставляют выпрямительные устройства (ВУ) типа ВСП (прил. 4). Предприятия Министерства связи выпускают достаточно мощные ВУ типа ВУК, которые в настоящее время заменяются более совершенными тиристорными ВУ типа ВУТ (прил. 5).

ВУ типа ВУТ (ВУК) обладают высокой степенью автоматизации. В настоящее время они являются наиболее современными устройствами для питания аппаратуры связи и применяются во всех автоматизированных ЭПУ предприятий связи.

В неавтоматизированных ЭПУ применяются в основном ВУ типа ВСП, однако мощность их по напряжению 24 В невелика. Поэтому при токе нагрузки в цепи 24 В выше 30 А рекомендуется применение ВУ типа ВУТ. В ЭПУ АТС, УАК ДАТС, телеграфа мощность выпускаемые ВСП достаточна для нагрузок 100 А, 60 В. Более мощные ЭПУ проектируются автоматизированными с применением ВУТ.

Все ВУ типа ВСП, предназначенные для буферной работы с батареями, выпускаются с учетом секционирования батарей на ОБ и ДБ. Поэтому, если в неавтоматизированной ЭПУ намечается установка ВУ типа ВСП, то регулирование напряжения на входе питаемой аппаратуры связи предусматривается по способу секционирования батареи.

ВУ типа ВУТ (ВУК) рассчитаны для работы как с гасящими элементами, так и с секционированными батареями.

В настоящее время метод гасящих нелинейных сопротивлений в ЭПУ 24В почти не используется. Диапазон регулирования напряжения современных САРН 24 В является достаточным для цепей 21,2 В и 24 В. Поэтому при установке в неавтоматизированных ЭПУ 24 В ВУ типа, ВУТ (ВУК) аккумуляторные батареи не секционируются, а нагрузки цепей 21,2 В и 24 В включаются через отдельные САРН (или отдельные регуляторы одной САРН).

Во всех современных автоматизированных ЭПУ для регулирования напряжения на аппаратуре связи используется способ секционирования батарей с включением нагрузок по цепи 21,2 В через САРН.

В пояснительной записке необходимо привести, обоснование намечаемых к установке видов выпрямительных устройств и выбранного способа поддержания напряжения на входе питаемой аппаратуры в заданных пределах.

5. РАСЧЕТ ОСНОВНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ЭПУ

К основному электрооборудованию ЭПУ относятся: выпрямительные и другие преобразовательные устройства, резервные источники электроэнергии, включая аккумуляторные батареи, устройства для поддержания напряжения на входе потребителей в допустимых пределах, коммутационные устройства в цепях переменного и постоянного тока.

5.1. Расчет аккумуляторных батарей

Расчет аккумуляторных батарей заключается в определении их емкости, индексного номера аккумуляторов, а также их количества в батареях [1, § 49].

Для расчета аккумуляторных батарей используются следующие исходные данные.

1. Аварийный ток нагрузки $I_{ав}$, на который должна быть рассчитана аккумуляторная батарея. Этот ток складывается из тока, необходимого для питания аппаратуры связи $I_{апп}$, и тока, других аварийных потребителей, работа которых должна быть обеспечена при нарушении внешнего электроснабжения (аварийное освещение).

Для аварийного освещения используется, как правило аккумуляторная батарея 24 В.

Ток $I_{ао}$ в А, потребляемый лампами аварийного освещения:

$$I_{ао} = \frac{P_{осв}}{U_n}, \quad (1)$$

где $P_{осв}$ - мощность ламп аварийного освещения, Вт (см. табл. 3);
 U_n - номинальное напряжение рассчитываемой цепи, В.

Ток $I_{ав}$, в А в общем случае определяется по формуле:

$$I_{ав} = I_{анс} + I_{ан} + I_{ао}, \quad (2)$$

где $I_{анс}$ - ток, потребляемый аппаратурой связи, требующей стабилизации напряжения с точностью $\pm 3\%$, А;

$I_{ан}$ - ток, потребляемый аппаратурой связи, не требующей стабилизации напряжения с точностью $\pm 3\%$, А.

2. Продолжительность питания аварийной нагрузки от аккумуляторной батареи $t_{ав}$ для железнодорожных узлов связи устанавливается на основе данных п. 1.

3. На основании вышеприведенных данных рассчитывается емкость аккумуляторной батареи.

$$Q_p = \frac{100 \cdot I_{ав} \cdot t_{ав}}{p \cdot [1 + \kappa_t (t^\circ - 25^\circ)]}, \quad (3)$$

где p - коэффициент интенсивности разряда, в % [1, § 4];

κ_t - температурный коэффициент емкости (для стационарных аккумуляторов принимается 0,008 [1]);

t° - фактическая температура электролита во время разряда аккумуляторов (в расчетах принимается равной наименьшей допустимой температуре аккумуляторного помещения, которая составляет $+15^\circ \text{C}$ [1]).

Таблица 6

Расчетная емкость и тип аккумуляторов

Напряжение аккумуляторной батареи, В	Число групп батарей	Ток одной группы батарей, А	Коэффициент интенсивности разряда, %	Расчетная емкость батареи, А·ч	Тип аккумуляторов	Паспортная номинальная емкость аккумуляторов, А·ч
(пример) 60	2	55	61,1	200	СК-6	216

По расчетной емкости Q_p можно определить из таблиц [1, 2, 4] индексный номер N аккумулятора и его паспортную номинальную емкость Q_n .

Данные расчетной емкости и выбранный тип аккумуляторов следует занести в табл. 6.

4. Паспортная номинальная емкость аккумуляторов, как правило, несколько превышает расчетную и поэтому в аварийном режиме за расчетное время разряда аккумуляторы не понизят свое напряжение до предельного значения. Методика определения минимального напряжения аккумуляторов, а также порядок расчета количества аккумуляторов в батарее приведены в [1, § 49].

При расчете количества аккумуляторов в батарее учитывается падение напряжения в токораспределительной проводке, которое принимается равным примерно 3% от номинального значения.

В пояснительной записке по данному разделу необходимо привести методику расчета предусматриваемых аккумуляторных батарей, а результаты расчетов представить в виде заполненной табл. 6.

Кроме того, в записке должен быть приведен расчет количества аккумуляторов в батареях с краткими пояснениями.

5.2. Расчет элементов схемы поддержания напряжения на входе питаемой аппаратуры в заданных пределах

В случае использования, для целей поддержания напряжения в заданных пределах способа секционирования батареи на ОБ и ДБ (см. рис. 2) количество аккумуляторов в ОБ и ДБ определяется по формулам:

$$n_{об} = \frac{U_{сп}}{U_{б}} , \quad (4)$$

$$n_{дб} = n - n_{об} , \quad (5)$$

где $U_{б}$ - напряжение на аккумуляторе при буферном режиме, В;
 n - количество аккумуляторов в батарее;

$U_{сп}$ - среднее напряжение питания рассчитываемой цепи, В (определяется как среднее арифметическое минимального $U_{мин}$ и максимального $U_{макс}$ значений напряжения, допускаемых на входе аппаратуры).

Проверка потребности в делении ДБ на несколько секций осуществляется по формуле:

$$k_{дб} = \frac{U'_б \cdot n_{дб}}{U_{макс} - U_{мин}}, \quad (6)$$

где $U'_б$ - номинальное напряжение одного аккумулятора ДБ во время разряда (составляет 2,00 В [2]).

В пояснительной записке по данному разделу должен быть приведен расчет схем стабилизации.

5.3. Расчет выпрямительных устройств

Задача расчета заключается в определении типа и количества рабочих и резервных выпрямительных устройств (ВУ). При решении ее следует исходить из следующих предпосылок.

Рабочие ВУ должны иметь 100%-й резерв. Однако в случае установки нескольких одинаковых до мощности ВУ, включенных на параллельную работу, предусматривается лишь однорезервное ВУ, взаимозаменяемое с рабочими ВУ.

ВУ электроустановок должны обеспечивать буферную работу аккумуляторных батарей в режиме непрерывного подзаряда при напряжении $2,2 \text{ В} \pm 2\%$ на аккумулятор, а также послеаварийный заряд этих батарей. Кроме того, ими должна быть обеспечена возможность формовки всей аккумуляторной батареи или ее основной группы до напряжения 2,7 В на аккумулятор.

В условиях круглосуточного обеспечения ЭПУ электроэнергией от внешних сетей переменного тока и наличия ДГА имеется возможность заряжать батарею сразу же после аварийного разряда. Для этих целей используются резервные ВУ электропитающей установки.

ВУ разделяются на зарядно-буферные, буферные и безбатарейные (непосредственного питания аппаратуры связи без батарей).

На предприятиях связи для повышения КПД и $\cos \phi$ установок, сокращения расхода меди и трансформаторной стали целесообразно применение буферных ВУ, напряжение которых значительно ниже, чем зарядно-буферных, оно может быть установлено рав-

ным или несколько большим максимально допустимого напряжения для питаемой аппаратуры. Вследствие этого буферные ВУ не могут обеспечить буферную работу при наличии гасящих элементов и поэтому они применяются только в схемах с делением батареи на секции, в частности в автоматизированных ЭПУ или в ЭПУ с регулированием напряжения через САРН.

ВУ типа ВУТ почти все выпускаются буферными, за исключением зарядно-буферного ВУТ-90/25.

Используемые в автоматизированных ЭПУ буферные ВУТ обеспечивают заряд основной группы батарей при напряжении 2,3 В на аккумулятор. Для формовки и заряда до-полнительных групп в этих ЭПУ установлены вольтодобавочные выпрямители ВУК-8/300.

При заряде аккумуляторных батарей вручную в неавтоматизированных ЭПУ (или при формовке в автоматизированных ЭПУ) выпрямленное напряжение ВУТ может быть повышено при номинальном напряжении 24 В до 36. В и при 60 В - до 74 В.

ВУ типа ВСП делятся на зарядно-буферные и безбатарейные (непосредственного питания аппаратуры).

Зарядно-буферные ВСП рассчитаны на применение в неавтоматизированных ЭПУ и соответствуют условиям их работы.

Тип и количество выпрямителей определяются по необходимой мощности и требуемому току.

Ток буферной работы I_6 комплекта рабочих ВУ соответствует току, потребляемому аппаратурой связи в ч. и. н.

Ток в А резервного ВУ, обеспечивающего заряд стационарных кислотных аккумуляторов, определяется по формуле:

$$I_3 = i_3 N n_2, \quad (7)$$

где i_3 - зарядный ток на один индексный номер аккумулятора (составляет для автоматизированных ЭПУ - 2 А, для неавтоматизированных - 6 А [3]);

N - индексный номер аккумуляторов;

n_2 - число групп аккумуляторных батарей, одновременно заряжающихся от одного выпрямителя.

При определении тока I_j , необходимо иметь в виду, что в автоматизированных ЭПУ послеаварийный заряд групп ба-тарей производится одновременно, а в неавтоматизированных поочередно.

По известным значениям токов I_j и I_6 мощность выпрямительных устройств при буферной работе P_6 и при заряде аккумуляторов P_3 определится в кВт как:

$$P_6 = \frac{I_6 \cdot U_6 \cdot n_6}{1000}, \quad (8)$$

$$P_3 = \frac{I_3 \cdot U_3 \cdot n_3}{1000}, \quad (9)$$

где U_6 - напряжение на аккумуляторе в буферном режиме, В;
 U_3 - напряжение на аккумуляторе в конце заряда, В (составляет в автоматизированных ЭПУ 2,3 В, в неавтоматизированных - 2,7 В [2]);

n_6, n_3 - количество аккумуляторов в группе соответственно в буферном или зарядном режимах. На основании выполненных расчетов по каталогу (прил. 4, 5) подбираются типы ВУ и ими комплектуются ЭПУ, при этом должно быть обращено внимание на взаимозаменяемость рабочих и резервного ВУ.

В пояснительной записке требуется привести расчет ВУ с указанием выбранных на основании расчетов типов ВУ, их количества и основных технических параметров.

6. РАСЧЕТ НАГРУЗКИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ НА ВНЕШНИЕ СЕТИ И ВЫБОР ДГА

Мощность резервной электростанции должна быть достаточной для обеспечения электроэнергией аппаратуры связи, питаемой в буферном, режиме или непосредственно от сети переменного тока, послеаварийного заряда батарей, гарантированного освещения, а также двигателей вентиляции аккумуляторной и помещения ДГА, насосов топлива для ДГА.

В этом случае активная и реактивная составляющие мощности ЭПУ в кВт, потребляемые от ДГА, составят:

$$P = \sum \frac{P_{\delta}}{\eta} + \sum \frac{P_3}{\eta} + \kappa_o (P_o + P_{\delta B}), \quad (10)$$

$$Q = \sum \frac{P_{\delta}}{\eta} \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} + \sum \frac{P_3}{\eta} \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} + Q_{\delta B} + Q_o, \quad (11)$$

где P_{δ} - активная мощность, потребляемая ВУ в буферном режиме с аккумуляторными батареями;

P_3 - активная мощность резервно-зарядного ВУ;

η - КПД выпрямительного устройства;

$\cos \varphi$ - коэффициент мощности выпрямительного устройства;

P_o, Q_o - соответственно активная и реактивная мощности гарантированного освещения;

κ_o - коэффициент одновременности включения приборов освещения и силового оборудования;

$P_{\delta B}, Q_{\delta B}$ - соответственно активная и реактивная составляющие мощности двигателей вентиляции.

Следует иметь в виду, что в ЭПУ с вольтодобавочными выпрямителями ВУК-8/300 послеаварийный заряд батареи производится посредством одновременной работы ВУТ и ВУК-8/300. Поэтому при определении P_3 необходимо учесть также зарядную мощность ВУК-8/300, которая определяется по формуле (9), но с учетом количества аккумуляторов в ДБ. Коэффициент мощности ВУК-8/300 можно принять равным 0,7, его КПД - 0,7 [4].

Полная мощность ДГА в кВ·А ,

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}. \quad (12)$$

По значению полной мощности выбирается тип ДГА.

При расчете нагрузок, создаваемых электроустановкой дома связи на сеть переменного тока, учитываются все виды

нагрузок, в том числе мощность потребителей хозяйств и общего освещения.

По результатам расчета полной мощности электроустановки следует оценить коэффициент мощности электроустановки и при невысоком его значении наметить меры повышения (установка компенсационных конденсаторов).

Данные расчета и выбора типа ДГА рекомендуется представить в виде табл. 7.

Для электроснабжения объектов СЦБ и связи промышленностью поставляются ДГА мощностью 16, 24 и 48 кВт (ДГА-16, ДГА-24М, ДГА-48М) или электростанция Э-8Р мощностью 8 кВт. Если мощность одного ДГА оказывается недостаточной, устанавливается два ДГА (например, два ДГА-16).

Таблица 7

Расчетные данные мощности ДГА и ЭПУ

Наименование нагрузок	Мощность потребителей			Примечание
	активная, Вт	реактивная, вар	полная, ВА	
1. Аппаратура тонального телеграфирования (ТТ-12 и др.)				
2. Выпрямительные устройства в буферном режиме				
3. Выпрямительные устройства в режиме заряда батарей				
4. Двигатели вентиляторов				
5. Освещение гарантированное				
Итого:				ДГА -
6. Потребители хозяйственных нужд				
7. Общее освещение				
Всего:				
Коэффициент мощности ЭПУ				

7. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Структурная схема электроустановки определяется видом питаемой аппаратуры связи, выбранной системой питания и типом используемого оборудования.

Следует помнить, что в неавтоматизированных ЭПУ при применении буферных ВУТ для коммутации батарей используются батарейные щитки ЩБ.

Для ознакомления с коммутационным оборудованием можно воспользоваться литературой [2].

В автоматизированных ЭПУ в качестве коммутирующих устройств применяются АКАБ-24, ШК-60/150, АКАБ-60/800.

Для распределения нагрузок по переменному току применяются щиты ЩПТА.

Если предусматривается применение ВСП, то вся необходимая коммутация выполняется с помощью коммутирующих устройств КУ.

В качестве примера на рис. 1 и 2 приведены схемы электроустановок домов связи II и III типов.

В пояснительной записке следует привести краткое описание работы схемы в различных режимах.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Т ю р м о р е з о в В. Е. Источники электропитания устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. 2 изд. М.: Транспорт, 1978.

2. Д м и т р и е в В. Р., С м и р н о в а В. И. Электропитающие устройства железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. Справочник. М.: Транспорт, 1983.

3. Ф е л ь д м а н А. В., Ч а с т о е д о в Л. А. Электропитание устройств связи железнодорожного транспорта. 2 изд., М.: Транспорт, 1986.

4. Б у н и н Д. А., Х е й н Д. Ш. Аппаратура транспортной проводной связи. Справочник. 2 изд. М.: Транспорт, 1981.

5. Отраслевой стандарт ООТ 32.14-80. «Электроприемники железнодорожного транспорта». Категорийность в отношении обеспечения надежности электроснабжения.

6. Типовые проектные решения ШП-38.84. «Электропитание устройств связи железнодорожного транспорта (Руководящие материалы ГТСС для проектных организаций)».

7. К о г а н Д. А., Э т к и н З. А. Аппаратура электропитания железнодорожной автоматики. М.: Транспорт, 1987.

8. Д м и т р е н к о И. Е. Электропитание устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. М.: 1999.

Приложение 1

Токовые нагрузки аппаратуры дальней и избирательной связи

Тип аппаратуры	Тип стоек ЛАЗа	Потребляемый ток, А, при напряжениях, В	
		21,2	24
1	2	3	4
К-60п	СЛУК ОП: - на 2 системы	0,94	2,21
	- на 4 системы	1,56	4,27
	СЛУК ОУП-3: - на 2 системы	1,50	5,70
	СЛУК ОЦП-2: - на 2 системы	0,70	2,41
	- на 4 системы	1,38	4,79
	СУГО-1-5: - на 8 систем	17,40	1,67
	СКЧ: - на 2 системы	1,75	1,38
	СПП: - на 2 системы	2,90	4,50
	- на 4 системы	4,20	6,30
	СИП-60: - на 1 систему	1,40	2,17
СТВ-ДС: - на 1 систему	-	3,50	
К-12+12	СДП К-60п: - на 2 цепи ДП	15,00	2,00
	- на 4 цепи ДП	30,00	2,00
	- на 6 цепей ДП	45,00	2,00
	- на 8 цепей ДП	60,00	2,00
К-12+12	ОК-12+12: - на 2 системы с передачей ДП	-	12,90
В-12-3	ОВ-12-3: - на 1 систему с ДП	-	8,50
	- на 2 системы с ДП	-	16,80
В-3-3	ОВ-3-3Цв	1,46	0,20
	ОВ-3-3Ст: - с передачей ДП	2,10	0,20
Служебная связь и устройства телемеханики	ССС-7	0,15	0,65
	ТМ ОУП на 2 направления	1,40	0,30
Аппаратура выделения и ВЧ транзита групп	СВПГ-1ПГ	3,70	2,80
	СВПГ-2ЛГ	4,00	2,809
	СТПГ-К	0,36	0,50
Избирательная связь	РСДТ всех типов -- одного направления станции: - при разговоре	-	0,60
	- при посылке вызова	-	1,50
	ПТС всех типов -- одного направления станции: - при разговоре	-	0,15
	- при посылке вызова	-	0,80
	ДРС-И-69: - при разговоре	-	0,40
	- при посылке вызова	-	0,90
Аппаратура тонального телеграфирования	МСС-2-1-60	-	0,90
	МСС-12-6-60	-	1,50
Аппаратура тонального телеграфирования	ТТ-12	-	4,80*

* Потребление тока соответствует аварийному (резервному) режиму электропитания от батареи 24 В; в нормальном (рабочем) режиме при питании от сети мощность комплекта составляет 120 Вт при $\cos\varphi=0.96$.

Приложение 2

Токовые нагрузки аппаратуры АТС, МТС и УАК ДАТС

Тип аппаратуры	Единица измерения	Потребляемый ток в ч. н. н. А, при напряжениях, В	
		60	24
АТСК-50/200	50 номеров	3,0	-
АТСК-100/2000 емкостью: - до 500 номеров - свыше 500 номеров	100 номеров	4,5	-
	100 номеров	5,0	-
УАК ДАТС	канал (комплект)	1,0	0,2
М-60	коммутатор	-	2,0

Приложение 3

Состав оборудования систем дальней связи

Тип аппаратуры связи	Вид аппаратуры станции	Комплект станции стойками
В-3-ЗОП	ОП	ОВ-3-3Цв (ОВ-3-3Ст)
В-12-3	ОП	ОВ-12-3
В-12-3	ОП и ДП	ОВ-12-3 с ДП
К-12+12	ОП	ОК-12+12
К12+12	ОП с ДП	ОК-12+12 с ДП
К-60п	ОП	СЛУК-ОП, СУГО-1-5, СКЧ, СТП, СИП-60, СТВ-ДС-60, СДП
К-60п	ОУП	СЛУК ОУП-2 СЛУК ОУП-3)

Приложение 4

Технические данные выпрямительных устройств типа ВУТ

Тип ВУТ	Выходная мощность, кВт		Выпрямленное напряжение, В			Выпрямленный ток, А		КПД	cosφ
	условная	максимальная	минимальное	номинальное	максимальное	номинальный	минимальный		
ВУТ-31/60	2	1,86	22	24	31	60	6	0,79	0,65
ВУТ-31/125	4	3,88	22	24	31	125	12,5	0,8	0,66
ВУТ-31/250	9	7,75	22	24	31	250	25	0,8	0,67
ВУТ-31/500	16	15,5	22	24	31	500	50	0,8	0,67
ВУТ-67/60	4	4,2	56	60	70	60	3	0,85	0,69
ВУТ-67/125	9	8,75	56	60	70	125	6,25	0,87	0,7
ВУТ-67/250	16	17,5	56	60	70	250	12,5	0,87	0,7
ВУТ-90/600	40	42,0	56	60	70	600	30		
ВУТ-90/25	2	2,25	56	60	90	25	25	0,84	0,68

Приложение 5

Технические данные выпрямительных устройств типа ВСП

Наименование данных	ВСП 24/10	ВСП24/30	ВСП60/6	ВСП60/20	ВСП60/60
Номинальная мощность, кВт	0,24	0,72	0,36	1,2	3,6
Страна переменного тока					
- мощность, кВА	0,74	2,21	1,03	3,05	8,5
- КПД	0,6	0,65	0,62	0,7	0,75
- cosφ	0,6	0,55	0,6	0,6	0,6
Страна выпрямленного тока					
Максимальная мощность, кВт	0,264	0,792	0,384	1,28	3,84
Режим стабилизации напряжения					
Пределы устанавливаемого напряжения, В	22-28	23-28	58-66	59-66	58-66
Пределы измерения тока нагрузки, А	2-10	6-30	0,5-6	2-20	0-60
Режим стабилизации тока					
Пределы устанавливаемого тока нагрузки, А	10-6	90-18	2-4	60-12	27-38
Пределы измерения напряжения, В	22-36	26-35	65-88	65-68	65-90

Д - р техн. наук, проф. И.Е. Дмитренко

**ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ УСТРОЙСТВ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ,
ТЕЛЕМЕХАНИКИ И СВЯЗИ**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПИТАЮЩИХ
УСТРОЙСТВ ДОМА СВЯЗИ**

**Задание на курсовую работу
с методическими указаниями**

Редактор Г.В. Тимченко

Компьютерная верстка Д. В. Ж а р и к о в а

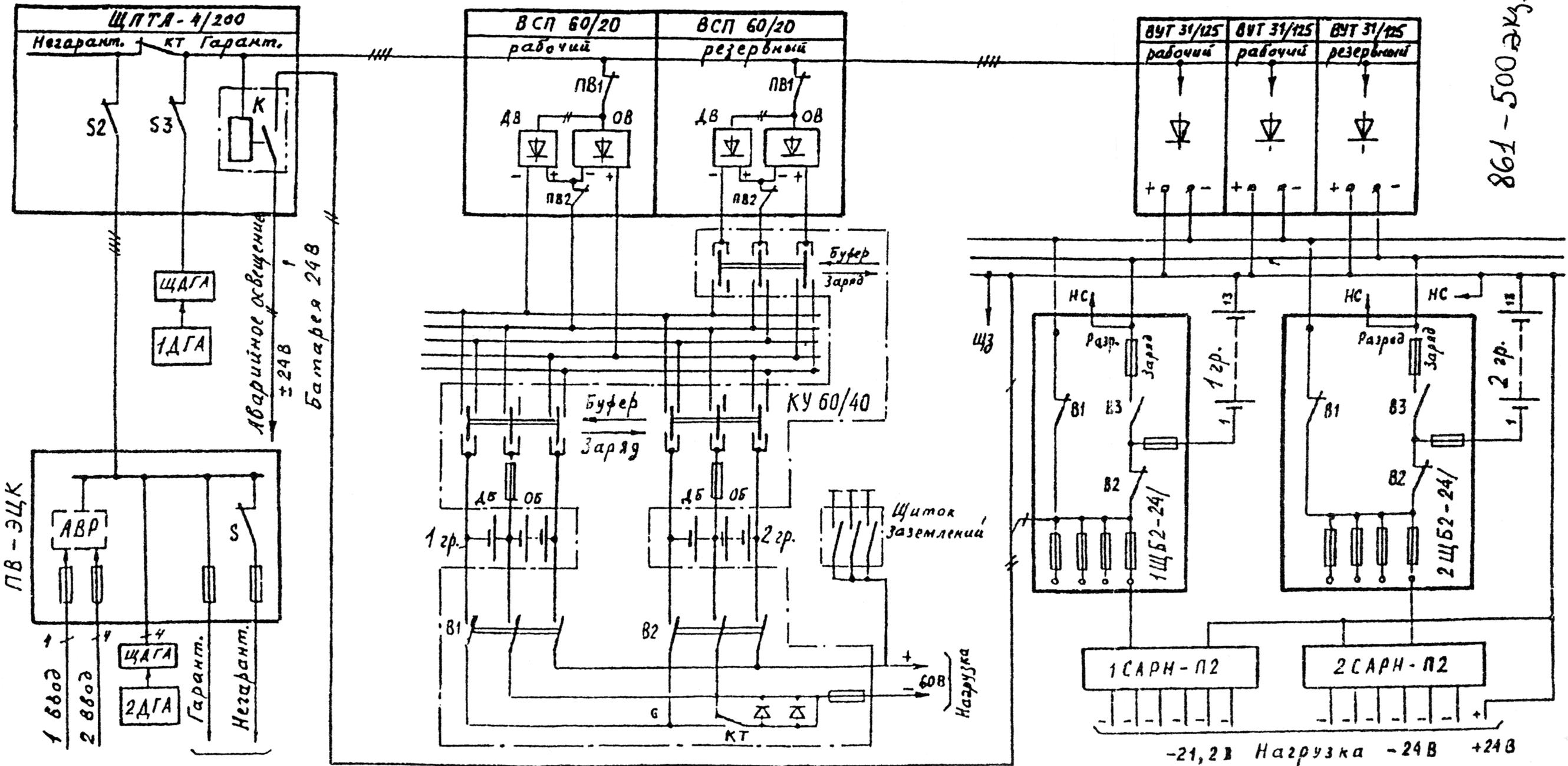
ЛР № 020307 от 28.11.1991

Тип. зак. 130.	Изд. зак. 180	Тираж 1500
Подписано в печать 18.10.01	Офсет.	
Печ. л. 1,75 + вклейка	Уч.-изд. л. 1,5	Формат 60x90 ¹ / ₁₆

Издательский центр РГОТУПСа,
125808, Москва, ГСП-47, Часовая ул., 22/2
Типография РГОТУПСа,

ЭПУ -60

ЭПУ -24



861-500 экз.

Рис. 1

ЭПУ - 24

ЭПУ - 60

861-500 экз.

