



**АДМИНИСТРАЦИЯ  
АНАДЫРСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА**

**ПОСТАНОВЛЕНИЕ**

От 29 декабря 2017г.

№ 1024

Об утверждении схемы электроснабжения сельского поселения Хатырка Анадырского муниципального района Чукотского автономного округа на период до 2027 года

В соответствии с Федеральным законом от 6 октября 2003 года № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации», Федеральным законом от 30 декабря 2004 года № 210-ФЗ «Об основах регулирования тарифов организаций коммунального комплекса», Приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 6 мая 2011 года № 204 «О разработке программ комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры муниципальных образований», Администрация Анадырского муниципального района

**ПОСТАНОВЛЯЕТ:**

1. Утвердить прилагаемую схему электроснабжения сельского поселения Хатырка Анадырского муниципального района Чукотского автономного округа на период до 2027 года.

2. Опубликовать настоящее постановление (без Приложений) в газете «Крайний Север», и разместить (с Приложениями) на официальном сайте Администрации Анадырского муниципального района [www.anadyr-mr.ru](http://www.anadyr-mr.ru).

3. Контроль за исполнением настоящего постановления возложить на Первого заместителя Главы Администрации – начальника Управления промышленной и сельскохозяйственной политики Администрации Анадырского муниципального района Широкова С.Е.

Глава Администрации

С.Л. Савченко

УТВЕРЖДЕНА

постановлением Администрации  
Анадырского муниципального района  
29 декабря 2017 г. № 1024

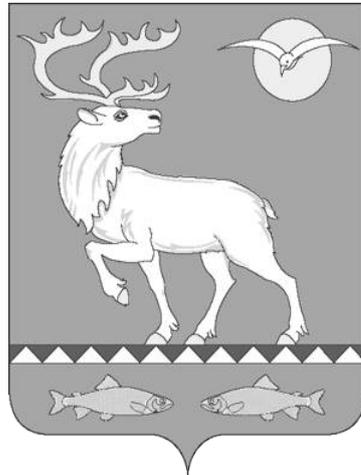


Схема электроснабжения  
сельского поселения Хатырка  
Анадырского муниципального района  
Чукотского автономного округа  
на период до 2027 года

г. Анадырь  
2017 г.

## Оглавление

Введение.....	3
Раздел 1. Объект разработки.....	4
Раздел 2. Балансы производства и потребления электроэнергии в существующих зонах действия головных объектов.....	9
Раздел 3. Описание существующих технических и технологических проблем в системах электроснабжения сп. Хатырка.....	9
Раздел 4. Перспективное потребление электрической энергии на цели электроснабжения.....	10
Раздел 5. Предложения по строительству, реконструкции и модернизации объектов централизованных систем электроснабжения сп. Хатырка.....	13
Раздел 6. Оценка объемов капитальных вложений в строительство, реконструкцию и модернизацию объектов системы электроснабжения сп. Хатырка.....	14
Раздел 7. Экологические аспекты мероприятий по строительству и реконструкции объектов инженерной инфраструктуры.....	14
Раздел 8. Оценка надежности и безопасности систем электроснабжения.....	17

## Введение

В соответствии с Федеральным законом от 30 декабря 2004 года № 210-ФЗ «Об основах регулирования тарифов организаций коммунального комплекса», приказом Министерства регионального развития РФ от 6 мая 2011 года № 204 «О разработке программ комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры муниципальных образований», устанавливающих статус схемы электроснабжения, как документа, содержащего предпроектные материалы по обоснованию эффективного и безопасного функционирования систем электроснабжения, их развития с учетом правового регулирования в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, разработанная схема электроснабжения сельского поселения Хатырка Анадырского муниципального района на период 2017-2027 годы.

Цель разработки Схемы электроснабжения - развитие систем централизованного электроснабжения для существующего и нового строительства жилищного фонда в период до 2027 года, увеличение объемов оказания услуг по электроснабжению при повышении качества оказания услуг, обеспечение надежного электроснабжения, а также сохранение действующей ценовой политики, улучшение работы систем электроснабжения и сведение к минимуму вредного воздействия на окружающую среду.

Работа выполнена с учетом требований:

СНиП 2.07.01-89\* «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений»;

Методических рекомендации по разработке программ комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры муниципальных образований;

приказа Министерства регионального развития Российской Федерации от 6 мая 2011 года № 204 «О разработке программ комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры муниципальных образований»;

Методические рекомендации по разработке программ комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры муниципальных образований утвержденные Министерством регионального развития Российской Федерации от 6 мая 2011 года № 204;

Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»;

и на основе:

исходных данных и материалов, полученных от ГП ЧАО «Чукоткоммунхоз», других организаций и ведомств.

Схема включает первоочередные мероприятия по созданию и развитию централизованных систем электроснабжения, повышению надежности функционирования этих систем и обеспечению комфортных и безопасных условий для проживания людей.

Мероприятия охватывают следующие объекты в системе электроснабжения - источники электроснабжения, трансформаторные подстанции, линии электропередач.

### Раздел 1. Объект разработки

Сельское поселение Хатырка (далее – сп. Хатырка) входит в состав Анадырского муниципального района (далее – Анадырского МР).

Численность населения сп. Хатырка на 1 января 2017 года - 339 человек в основном это коренные жители. Основное занятие местных жителей — рыболовство и морской зверобойный промысел. В селе есть основная общеобразовательная школа и детский сад, а также детская школа искусств, больница, дом культуры, музей этнографии и быта, почта, магазин, пекарня.

Село расположено в устье реки Майна (Первая речка), недалеко от побережья Берингова моря. Село находится на широкой приморской косе между большими озёрами Пекульнейским и Ваамочкой. Расстояние до окружного центра - 246 км.

Электроснабжение.

Источником электроснабжения сп. Хатырка является дизельная электростанция (2,5 МВт) (далее – ДЭС).

В таблице 1 представлены установленные дизельные генераторы ДЭС.

Таблица 1

#### Дизельные генераторы ДЭС

№ п/п	Марка, тип ДГ	Установленная мощность, кВт	Дизель, заводской номер	Год выпуска	Износ, %
1	GMP-275	200	1481239	2006	2007
2	VP350CU	320	11154138	2011	2012
3	VP350CU	320	25349730	2010	2011
4	TOP-320	320	25277923	2010	2011
5	TOP-320	320	25379443	2012	2014

Электрические сети.

Электрические сети сп. Хатырка включают в себя линии электропередач с классами напряжения 0,4 кВ.

В таблице 2 приведена информация по воздушным линиям.

Таблица 2

#### Воздушные линии электропередач

ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ								
наименование фидера	напряжение линии	марка провода	длина фидера	Время ввода в эксплуатацию	Время эксплуатации фактически	Время амортизации нормативное	Время окончания амортизации	Процент амортизации или износа
	кВ	*	км	год	лет		шт	%
фидер-2 совхоз	0,4	4*АС-16	0,06	1984	33	25	2009	100
фидер-9 РЦ-12 - ВЛ-0,4 кВ Речная	0,4	4*АС-50	0,268	2007	10	25	2032	40
фидер-10 РЦ-1 - ВЛ-0,4 кВ Кергентагина	0,4	4*АС-50	0,33	2007	10	25	2032	40

фидер-10 РЩ-1 - ВЛ-0,4 кВ Речная	0,4	4*АС-50	0,23	2007	10	25	2032	40
----------------------------------	-----	---------	------	------	----	----	------	----

Исходя из данных таблицы 2 можно сделать вывод, что большая часть воздушных линий не превысили свой срок эксплуатации. Для повышения надежности требуется замена проводов АС на провода СИП.

В таблице 3 приведена информация по кабельным линиям.

Таблица 3

## Кабельные линии электропередач

Наименование фидера	Напряжение линии	Марка кабеля	Длина кабелей	Время ввода в эксплуатацию	Время эксплуатации	Время амортизации нормативное	Время окончания	Процент амортизации или износа
фидер-1 котельная	0,4	КГХЛ-4*50	0,103	2007	10	25	2032	40
фидер-1 котельная	0,4	2*КГХЛ-4*25	0,102	2007	10	25	2032	40
фидер-2 совхоз	0,4	КГХЛ-4*25	0,040	2007	10	25	2032	40
фидер-3 Школа	0,4	КГХЛ-4*70	0,12	2007	10	25	2032	40
фидер-3 РП-0,4 кВ - Школа	0,4	КГХЛ-4*50	0,132	2007	10	25	2032	40
фидер-3 РП-0,4 кВ - Школа	0,4	КГХЛ-4*50	0,132	2007	10	25	2032	40
фидер-4 РП-0,4 кВ,	0,4	КГХЛ-4*50	0,434	2007	10	25	2032	40
фидер-4 ж/д, Рыббаза	0,4	КГХЛ-4*16	0,559	2007	10	25	2032	40
фидер-5 РП-0,4 кВ,	0,4	КГХЛ-4*50	0,63	2007	10	25	2032	40
фидер-5 РЩ-4 - РЩ-9, 10	0,4	КГХЛ-4*50	0,137	2007	10	25	2032	40
фидер-9 РП-0,4 кВ,	0,4	КГХЛ-4*50	0,38	2007	10	25	2032	40
фидер-9 РП-0,4	0,4	КГХЛ-4*50	0,173	2007	10	25	2032	40
фидер-9 РЩ-12 - РЩ-13	0,4	КГХЛ-4*25	0,151	2007	10	25	2032	40
фидер-10 РП-0,4 кВ,	0,4	КГХЛ-4*50	0,45	2007	10	25	2032	40
ж/д от РЩ-2, 3, 4, 5, 8, 9, 10	0,4	КГХЛ-4*16	0,526	2007	10	25	2032	40
ж/д от РЩ-1, 5, 11	0,2	КГХЛ-2*10	0,149	2007	10	25	2032	40

Исходя из данных таблицы 3 можно сделать вывод, что большая часть кабельных линий не превысили свой срок эксплуатации. В связи с этим не требуется замена сетей.

Техническое состояние и потери в электросетях на территории сп. Хатырка.

В процессе передачи электроэнергии возникают как технологические потери, так и коммерческие.

Технологические потери электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям включают в себя технические потери в линиях и оборудовании электрических сетей, обусловленных физическими процессами, происходящими при передаче электроэнергии в соответствии с техническими характеристиками и режимами работы линий и оборудования, с учетом расхода электроэнергии на собственные нужды и потери, обусловленные допустимыми погрешностями системы учета электроэнергии.

Размер фактических потерь электрической энергии в электрических сетях определяется как разница между объемом электрической энергии, поставленной в электрическую сеть из других сетей или от производителей электрической энергии, и объемом электрической энергии, потребленной энергоприни-

мающими устройствами, присоединенными к этой сети, а также переданной в другие сетевые организации.

Сетевые организации обязаны оплачивать стоимость фактических потерь электрической энергии, возникших в принадлежащих им объектах сетевого хозяйства, за вычетом стоимости потерь, учтенных в ценах (тарифах) на электрическую энергию на оптовом рынке.

Потребители услуг, за исключением производителей электрической энергии, обязаны оплачивать в составе тарифа за услуги по передаче электрической энергии нормативные потери, возникающие при передаче электрической энергии по сети сетевой организацией, с которой соответствующими лицами заключен договор, за исключением потерь, включенных в цену (тариф) электрической энергии, во избежание их двойного учета.

Нормативы технологических потерь устанавливаются уполномоченным федеральным органом исполнительной власти в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2004 года № 861 и методикой расчета нормативных технологических потерь электроэнергии в электрических сетях.

Коммерческие потери связаны, прежде всего, с хищением электрической энергии - уголовно наказуемым деянием. Статья 165 «Причинение имущественного ущерба путем обмана или злоупотребления доверием» действующего Уголовного Кодекса Российской Федерации предусматривает наказание до двух лет лишения свободы. Однако сетевые организации прибегают к уголовному преследованию недобросовестных потребителей лишь в крайних случаях. Пойманные с поличным недобросовестные потребители, как правило, оплачивают штраф, который в несколько раз превышает стоимость похищенной ими электрической энергии. Специалисты сетевой и энергосбытовой компаний оценивают установленную мощность всех токоприемников потребителя и выставляют счет, эквивалентный их круглосуточной работе в течение всего периода.

Сетевые организации используют комплексный подход к борьбе с воровством электрической энергии. Работа ведется не только в направлении выявления случаев воровства. Серьезный акцент делается и на реализации комплекса предупредительных мер:

ведется замена старых индукционных счетчиков на современные цифровые;

упрощается процедура подключения новых потребителей;

при строительстве и реконструкции низковольтных линий электропередачи используются преимущественно изолированные провода, что исключает возможность несанкционированного подключения.

В рамках деятельности по предупреждению хищений электроэнергии ведется и разъяснительная работа среди населения.

В случае выявления нарушений работы приборов учета или самовольного подключения составляется акт, подписываемый представителем сетевой организации и потребителем. Один экземпляр акта вручается потребителю, второй остается у сетевой организации, третий передается в энергосбытовую компанию. Потребитель имеет право внести в акт свои замечания.

В случае отказа потребителя от подписи в акте делается отметка об отка-

зе. Акт считается действительным, если его подписали три представителя сетевой организации. Если между потребителем, сетевой и энергосбытовой органи-

7

зацией не достигнуто соглашение о пользовании электрической энергией, ее оплате, сохранении приборов учета и т.п., спорные вопросы решаются в установленном законодательством порядке, то есть преимущественно в суде.

Мероприятия по снижению потерь:

1) организационные мероприятия:

оптимизация режимов работы электрических сетей;

оптимизация рабочих напряжений в центрах питания электрических сетей;

отключение в режимах малых нагрузок;

выравнивание нагрузок фаз в электросетях 0,4 кВ;

сокращение продолжительности ремонта основного оборудования электрических сетей;

снижение расхода э/э на собственные нужды ПС.

2) технические мероприятия:

замена проводов на большее сечение на перегруженных линиях;

строительство, реконструкция и ремонт линий электропередач с применением СИП;

оптимизация нагрузки электросетей за счет строительства;

перевод электросетей на более высокое номинальное напряжение;

установка и ввод в работу фиксирующих приборов;

замена ответвлений от ВЛ-0,4 кВ на вводе в здания.

3) мероприятия по совершенствованию систем расчетного и технического учета электроэнергии:

проведение рейдов по выявлению неучтенной электроэнергии;

съем показаний и проведение инструментальной проверки приборов учета электроэнергии;

модернизация/создание комплексов и автоматизированных систем учета электроэнергии (далее - АСКУЭ);

проведение поверки и калибровки средств учета электроэнергии;

анализ небалансов электроэнергии по отдельным энергообъектам.

Перечень лиц, владеющих на праве собственности или другом законном основании объектами централизованной системы электроснабжения.

В связи с вступлением в силу Правил функционирования розничных рынков электрической энергии в переходный период реформирования электроэнергетики, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации с 8 сентября 2006 года на территории определен гарантирующий поставщик электрической энергии.

Гарантирующий поставщик - это участник оптового и розничного рынков электрической энергии, который обязан заключить договор с любым обратившимся к нему потребителем, который расположен в границах зоны его деятельности. Зона деятельности гарантирующего поставщика установлена региональным органом власти, исходя из сложившихся территориальных зон обслуживания потребителей.

В процессе реформирования рынка электроэнергии статус гарантирующего поставщика присваивается по конкурсу.

Гарантирующий поставщик имеет право заключать договоры только в рамках границ своей зоны деятельности.

8

В настоящее время объекты систем электроснабжения сп. Хатырка эксплуатируются ГП ЧАО «Чукоткоммунхоз».

Значения потребления электроэнергии в расчетных элементах территориального деления сп. Хатырка.

Установленная мощность ДЭС в сп. Хатырка составляет – 2080 кВт.

Максимальная нагрузка – 340кВт, минимальная нагрузка – 100кВт.

Суммарное потребление электроэнергии 1913,79тыс. кВт/ч в год.

Сведения о наличии приборного учета электрической энергии, отпущенной потребителям, и анализ планов по установке приборов учета электроэнергии.

Руководствуясь пунктом 5 статьи 13 Федерального закона от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» собственники жилых домов, собственники помещений в многоквартирных домах, введенных в эксплуатацию на день вступления указанного закона в силу, обязаны в срок до 1 января 2012 года обеспечить оснащение таких домов приборами учета используемых воды, природного газа, тепловой энергии, электрической энергии, а также ввод установленных приборов учета в эксплуатацию.

При этом многоквартирные дома в указанный срок должны быть оснащены коллективными (общедомовыми) приборами учета используемых коммунальных ресурсов, а также индивидуальными и общими (для коммунальной квартиры) приборами учета.

В настоящее время, приборами учета электрической энергии оборудованы 100% потребителей.

Стоит также отметить, что установленные у большинства потребителей приборы учета, не соответствуют современным требованиям, прежде всего, по классу точности. Большинство старых счётчиков не обеспечивают необходимую точность учета и не рассчитано на современный уровень электропотребления. Если прибор учета установлен, но имеет класс точности 2,5, то он, в соответствии с законодательством, ремонту и госповерке не подлежит и должен быть заменен на прибор учёта с классом точности 2,0 и выше до окончания межповерочного интервала, либо в случае поломки явного отказа.

Организация учета потребления электрической энергии.

На балансе сп. Хатырка находятся счетчики коммерческого и технического учета. Учет потребления электроэнергии собственными объектами осуществляется счетчиками коммерческого учета, установленными на вводных распределительных устройствах зданий.

Сведения о приборах учета электрической энергии на объекте обследования не предоставлены.

В соответствии с требованиями пунктов 138, 139 постановления Правительства Российской Федерации от 4 мая 2012 года № 442 «О функционировании розничных рынков электрической энергии, полном и (или) частичном ограничении режима потребления электрической энергии» необходимо произ-

вести замену приборов учета электрической энергии с классом точности 2 на счетчики повышенной точности (0,5; 1).

9

## Раздел 2. Балансы производства и потребления электроэнергии в существующих зонах действия головных объектов

В таблице 4 приведены данные по балансу мощности ДЭС.

Таблица 4

### Баланс электрической мощности ДЭС сп. Хатырка

Наименование ТП	Покрытие электрической мощности, МВт	Максимальная присоединенная электрическая нагрузка, МВт	Резерв (+)/Дефицит (-) мощности, МВт
ДЭС	1,440	0,562	0,878

На центрах питания распределительной сети сельского поселения установлено 4 дизель-генератора, суммарная загрузка которых обеспечивает необходимое взаиморезервирование, что соответствует принципу надёжности электроснабжения «п-1».

Баланс электроснабжения сп. Хатырка за 2015 год представлен в таблице 5.

Таблица 5

### Баланс электрической энергии сп. Хатырка

Баланс электрической энергии по сетям ВН, СН1, СН11 и НН, млн. кВт*ч						
№ п/п	Показатели	Период регулирования 2015 год				
		всего	ВН	СН1	СНП	НН
1	Поступление электроэнергии в сеть, всего	1,459				1,459
1.1	из смежной сети, всего					
	в том числе из сети					
	ВН					
	СН1					
	СНП					
1.2	НН	1,459				1,459
1.3	От других поставщиков	-				
1.4	Поступление электроэнергии от других организаций					
2	Потери электроэнергии в сети	0,232				0,232
	то же в % (п. 1.1/п. 1.3)	15,9				15,9
3	Расход электроэнергии на производственные и хозяйственные нужды	0,297				0,297
4	Полезный отпуск из сети	1,14				1,14

## Раздел 3. Описание существующих технических и технологических проблем в системах электроснабжения сп. Хатырка

Сложившаяся в настоящее время в сп. Хатырка ситуация в топливно-энергетическом комплексе показывает, что угроза надёжному энергообеспечению в области имеет место. Она вызвана рядом причин, влияющих на сни-

жение устойчивого энергоснабжения и, негативно воздействующих на развитие экономики.

В соответствии с выполненным анализом состояния систем электроснабжения сп. Хатырка основные проблемы в электроснабжении поселения можно охарактеризовать следующими позициями:

1) моральный и физический износ основного оборудования энергетических источников в пределах нормативного срока службы.

Здесь важными вопросами для решения являются:

замена оборудования дизель-электрогенераторов на более современные;

формирование инвестиционной программы модернизации системы энергоснабжения с учетом индикативных показателей энергетической безопасности;

2) для повышения надежности энергоснабжения сп. Хатырка необходимо провести работы по диспетчеризации и телемеханизации системы электроснабжения, с целью управления работой дизель-электрогенераторов, своевременного реагирования при изменении нагрузок, переключения потребителей с единого диспетчерского пункта в автоматическом режиме;

3) недостаточные темпы модернизации и создания комплексов и АСКУЭ.

Необходимость выхода по обустройству сп. Хатырка на новый качественный уровень ставит задачу вывода на режим нормального воспроизводства энергетического хозяйства. Создание системы инвестиционной привлекательности определяют необходимость решения проблемы финансово - организационной.

Решение указанных проблем возможно за счет комплекса различных мероприятий, обоснование которых не предусмотрено на данном этапе работы.

#### Раздел 4. Перспективное потребление электрической энергии на цели электроснабжения

Направления развития сп. Хатырка.

Одним из видов деятельности и сферой компетенции ГП ЧАО «Чукоткоммунхоз» в сп. Хатырка является производство и отпуск электрической энергии с целью обеспечения надежного, качественного и эффективного энергоснабжения потребителей.

Жесткие правила, сложность и ответственность производственного процесса предъявляют высокие требования к квалификации персонала ГП ЧАО «Чукоткоммунхоз».

В связи с не достаточно хорошими условиями проживания в сп. Хатырка, возникают сложности с привлечением и закреплением квалифицированных кадров на предприятии.

Уменьшение численности потенциальных работников, особенно квалифицированных, в условиях структурной несбалансированности спроса и предложения рабочей силы на территории сп. Хатырка является одним из значимых барьеров экономического роста округа.

Тенденция снижения экономически активного населения потребует активных компенсирующих мер: обеспечение подготовки, переподготовки и по

вышения квалификации кадров в соответствии с потребностями рынка труда сп. Хатырка, а также предоставление более широких возможностей для исполь-

зования трудового потенциала молодежи, женщин, пожилых людей.

В целях предотвращения критической ситуации на рынке труда в сп. Хатырка необходима реализация дополнительных мер по снижению напряженности на рынке:

1) повышение конкурентоспособности на рынке труда работников предприятия ГП ЧАО «Чукоткоммунхоз» находящихся под угрозой увольнения, через опережающее профессиональное обучение, повышение квалификации по имеющейся профессии (специальности);

2) стимулирование сохранения и создания рабочих мест через организацию общественных работ, временное трудоустройство работников организаций в случае угрозы увольнения, признанных в установленном порядке безработными гражданами и гражданами, ищущими работу, что будет способствовать сохранению кадрового состава организаций и в значительной степени снизит напряженность на рынке труда;

3) развитие предпринимательских инициатив безработных граждан, что будет направлено на расширение сфер занятости за счет развития малого предпринимательства и самозанятости;

4) развитие территориальной трудовой мобильности населения сп. Хатырка в пределах Чукотской области. Перераспределение трудовых ресурсов с учетом спроса на рабочую силу будет способствовать сохранению конкурентоспособного кадрового потенциала сп. Хатырка до периода устранения негативных экономических тенденций.

Анализ существующих тенденций выявил:

1) жилищная ситуация в сп. Хатырка в перспективе при реализации оптимистического сценария развития не предусматривает расселение и выведение жилых домов из эксплуатации;

2) потребность в учреждениях социального и культурно-бытового назначения в сп. Хатырка на протяжении расчетного срока будет складываться в зависимости от того варианта развития округа, который будет реализован.

При реализации альтернативного сценария необходимо сохранить все имеющиеся в округе учреждения социального и культурно-бытового обслуживания.

Электроснабжение сп. Хатырка в рассматриваемый проектный период до 2027 года предлагается осуществлять по действующей схеме.

Определение перспективных электрических нагрузок потребителей сп. Хатырка.

Электрические нагрузки жилищно-коммунального сектора определены по срокам проектирования на основе численности населения, принятой настоящим проектом и Нормативов для определения расчетных электрических нагрузок зданий (квартир), коттеджей, микрорайонов (кварталов) застройки и элементов городской распределительной сети, утвержденных приказом Минтопэнерго России 29 июня 1999 года № 213.

Указанные нормативы учитывают изменения и дополнения Инструкции по проектированию городских электрических сетей РД 34.20.185-94.

12

При отсутствии газоснабжения в сп. Хатырка, для приготовления пищи будут использоваться стационарные электроплиты. Согласно нормативам, укрупненный показатель расхода электроэнергии коммунально-бытовых потребителей принят на расчетный срок для поселения со стационарными электроплитами - 2750 кВтч/чел в год, годовое число часов использования максимума электрической нагрузки - 5500.

Генеральный план сп. Хатырка отсутствует, поэтому точно определить перспективные электрические нагрузки потребителей сп. Хатырка не представляется возможным.

Расчетный баланс электрической нагрузки потребителей, расположенных на территории сп. Хатырка на проектный период до 2027 года приведен в таблице 6.

Таблица 6

Расчетный баланс электрической нагрузки сп. Хатырка на проектный период

№ п/п	Потребитель	Максимальная электрическая нагрузка, кВт	Необходимое количество электричества, кВт*час
1	Население	283	642336
2	Бюджетные организации	81	88637
3	прочие потребители	198	587850
4	суммарно с учётом коэффициентов совмещения максимумов нагрузок $K=0,89$	562	1318823

Максимальная нагрузка по сп. Хатырка составит 734 кВт.

Основным потребителем электроэнергии к 2027 году будет являться жилищно-коммунальный сектор (79,56%). На бюджетные организации приходится 16,2 % потребления электроэнергии и прочие потребители (4,22%).

Прогнозные балансы потребления электроэнергии.

В таблице 6 приведены прогнозируемые объемы электрической нагрузки, планируемые к потреблению по годам рассчитанные на основании показателей удельных нагрузок, приведенных в:

СП 42.13330.2011 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений»;

РД 34.20.185-94 «Инструкция по проектированию городских электрических сетей»;

нормативы для определения расчетных электрических нагрузок зданий (квартир), коттеджей микрорайонов (кварталов) застройки и элементов городской распределительной сети, утвержденные приказом Минтопэнерго России от 29 июня 1999 года № 213;

а также исходя из текущего объема потребления электроэнергии населением и его динамики с учетом перспективы развития и изменения состава и структуры застройки.

Генеральный план сп. Хатырка отсутствует, поэтому определить перспективный баланс потребления электроэнергии в сп. Хатырка не представляется возможным.

#### Раздел 5. Предложения по строительству, реконструкции и модернизации объектов централизованных систем электроснабжения сп. Хатырка

Для повышения надежности электроснабжения и обеспечения возможности присоединения к электрическим сетям новых потребителей на территории сельского поселения необходимо в период до 2027 года необходимо заменить дизель-электрогенераторы.

Дизельная электростанция АД 500-Т400 мощностью 500 кВт состоит из V-образного двенадцатицилиндрового дизельного двигателя водовоздушного охлаждения, оснащенного турбонаддувом с промежуточным охлаждением, объемом 26,9 литра и мощностью 562 кВт, синхронного бесщеточного генератора с автоматической регулировкой напряжения, блока охлаждения со стандартным радиатором, щита управления с контроллером НГМ6120. Дизельный генератор смонтирован на стальной раме с виброопорами и интегрированным топливным баком, достаточным для 8-10 часов непрерывной работы в зависимости от нагрузки.

Дизель генератор 500 кВт предназначается для энергоснабжения крупных промышленных объектов, складских комплексов, торговых центров, объектов социальной инфраструктуры и целых населенных пунктов в качестве основного или резервного источника трехфазного электрического тока напряжением 230/400 В. и частотой 50 Гц.

Базовая комплектация включает глушитель, аккумуляторные батареи, зарядный генератор 24 В, сепаратор очистки дизельного топлива, заправку маслом и антифризом. Все электростанции проходят испытания под нагрузкой в 50%, 70%, 100% в течение 2-х часов и кратковременно в 110% от номинальной мощности на специальном стенде.

Допустимая перегрузка дизельного генератора составляет не более 10% от номинальной мощности на протяжении не более 1 часа на каждые 8 часов работы, всего не более 200 часов в год.

При использовании в качестве постоянного источника энергии рекомендованная нагрузка должна находиться в диапазоне от 75% до 90% от номинальной мощности. Работа при нагрузке менее 25% не допускается более 5 минут.

Стоимость замены дизельэлектростанций 2,68 млн. руб. *(стоимость мероприятий приведена по состоянию на 2017г. и произведена по укрупненным показателям. В инвестиционной программе стоимость мероприятий должна быть определена на основании уточненных расчетов, смет, с учетом прогнозного уровня цен в год планируемой реализации проекта).*

Мероприятия по замене ДЭС относятся к крупнозатратным, с большим сроком окупаемости, тем не менее внедрение этих мероприятий не смотря на большие затраты является наиболее значимым для электросетевого хозяйства, так как от состояния подстанций во многом зависит надежность и бесперебойность в поставках электрической энергии потребителям.

Рабочие проекты «Схемы территориального планирования сп. Хатырка» и «Генерального плана сп. Хатырка » для разработки «Схемы электроснабжения сп. Хатырка на период 2017-2027гг.» не предоставлялись, поэтому все предложенные мероприятия по строительству будут основаны на базе предоставленных исходных данных, обследований и действующих нормативных документов.

#### Раздел 6. Оценка объемов капитальных вложений в строительство, реконструкцию и модернизацию объектов системы электроснабжения сп. Хатырка

Для реализации предложений по развитию систем электроснабжения придется заменить 1 дизель-генератор, что потребует вложения инвестиций в размере 1,89 млн. руб. без учета стоимости доставки.

#### Раздел 7. Экологические аспекты мероприятий по строительству и реконструкции объектов инженерной инфраструктуры

В силу малой освоенности территории хозяйственной деятельностью, удаленностью от крупных населенных пунктов и промышленных объектов, отсутствия на территории вредных производств, сп. Хатырка отличается экологически чистой природной средой и наличием территорий с ненарушенным природным ландшафтом.

Электросетевые объекты по принципу работы в нормальном режиме эксплуатации являются слабо загрязняющими окружающую среду объектами.

При проектировании, строительстве, реконструкции, эксплуатации и снятии с эксплуатации предприятий, зданий и сооружений необходимо предусматривать мероприятия по охране природы, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов, а также выполнять требования экологической безопасности проектируемых объектов и охраны здоровья населения.

Технические решения при строительстве объектов электроэнергетики должны соответствовать требованиям действующих экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и других норм, правил, государственных стандартов и обеспечивать безопасную для жизни людей и щадящую для окружающей среды эксплуатацию объектов.

В целях обеспечения безопасности населения и в соответствии с Федеральным законом от 30 марта 1999 года № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» для объектов и производств, являю-

щихся источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека, устанавливается специальная территория с особым режимом использования санитарно-защитная зона (далее - СЗЗ), размер которой обеспечивает уменьшение

15

воздействия загрязнения на атмосферный воздух (химического, биологического, физического) до значений, установленных гигиеническими нормативами, а для предприятий I и II класса опасности как до значений, установленных гигиеническими нормативами, так и до величин приемлемого риска для здоровья населения.

По своему функциональному назначению санитарно-защитная зона является защитным барьером, обеспечивающим уровень безопасности населения при эксплуатации объекта в штатном режиме.

СЗЗ устанавливаются в соответствии с СанПин 2.2.1/2.1.1.1200 03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов».

Охранная зона объектов инженерной и транспортной инфраструктуры это территория с особыми условиями использования, которая устанавливается в порядке, определяемом Правительством Российской Федерации, вокруг объектов инженерной, транспортной и иных инфраструктур в целях обеспечения охраны окружающей природной среды, нормальных условий эксплуатации таких объектов и исключения возможности их повреждения.

Охранные зоны выделяются для:

- электрических сетей;
- линий и сооружений связи;
- систем газоснабжения;
- магистральных трубопроводов;
- автомобильных дорог.

Охранные зоны электрических сетей устанавливаются для электроподстанций, распределительных устройств, воздушных линий электропередач, подземных и подводных кабельных линий электропередачи.

Использование территорий, находящихся в зоне ЛЭП, регулируется Правилами установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 24 февраля 2009 года № 160 «О порядке установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон». Введение таких правил обусловлено вредным воздействием электромагнитного поля на здоровье человека.

Так, по информации Центра электромагнитной безопасности, в соответствии с результатами проведённых исследований, установлено, что у людей, проживающих вблизи линий электропередачи и трансформаторных подстанций, могут возникать изменения функционального состояния нервной, сердечно-сосудистой, нейрогормональной и эндокринной систем, нарушаться обменные процессы, иммунитет и воспроизводительная функции.

Поэтому, чем дальше от источников электромагнитного поля находится строение, тем лучше.

В то же время существуют такие зоны, где строительство категорически запрещено.

Дальность распространения электромагнитного поля (и опасного магнитного поля) от ЛЭП напрямую зависит от её мощности.

Исходя из мощности ЛЭП, для защиты населения от действия электромагнитного поля установлены санитарно-защитные зоны для линий электропередачи (СНиП № 2971-84 Защита населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты).

Для воздушных высоковольтных линий электропередачи (далее - ВЛ) устанавливаются санитарно-защитные зоны по обе стороны от проекции на землю крайних проводов.

Эти зоны определяют минимальные расстояния до ближайших жилых, производственных и непроизводственных зданий и сооружений:

2 метра - для ВЛ ниже 1кВ;

10 метров - для ВЛ 1- 20 кВ;

15 метров - для ВЛ 35 кВ;

20 метров - для ВЛ 110 кВ;

25 метров - для ВЛ 150-220 кВ;

30 метров - для ВЛ 330 кВ, 400 кВ, 500 кВ;

40 метров - для ВЛ 750 кВ;

55 метров - для ВЛ 1150 кВ;

100 метров - для ВЛ через водоёмы (реки, каналы, озёра и др.).

Не допускается прохождение ЛЭП по территориям стадионов, учебных и детских учреждений.

Допускается для ЛЭП (ВЛ) до 20 кВ принимать расстояние от крайних проводов до границ приусадебных земельных участков, индивидуальных домов и коллективных садовых участков не менее 20 метров.

Прохождение ЛЭП (ВЛ) над зданиями и сооружениями, как правило, не допускается.

Допускается прохождение ЛЭП (ВЛ) над производственными зданиями и сооружениями промышленных предприятий I-II степени огнестойкости в соответствии со строительными нормами и правилами по пожарной безопасности зданий и сооружений с кровлей из негорючих материалов (для ВЛ 330-750 кВ) только над производственными зданиями электрических подстанций.

В охранной зоне ЛЭП (ВЛ) запрещается:

производить строительство, капитальный ремонт, снос любых зданий и сооружений;

осуществлять всякого рода горные, взрывные, мелиоративные работы, производить посадку деревьев, полив сельскохозяйственных культур;

размещать автозаправочные станции;

загромождать подъезды и подходы к опорам ВЛ;

устраивать свалки снега, мусора и грунта;

складировать корма, удобрения, солому, разводить огонь;

устраивать спортивные площадки, стадионы, остановки транспорта, про-

водить любые мероприятия, связанные с большим скоплением людей.

Проведение необходимых мероприятий в охранной зоне ЛЭП может вы-

полняться только при получении письменного разрешения на производство работ от предприятия (организации), в ведении которых находятся эти сети.

Нарушение требований правил охраны электрических сетей напряжением свыше 1000 вольт, если оно вызвало перерыв в обеспечении электроэнергией, может повлечь административную ответственность.

К источникам электромагнитного излучения относятся ЛЭП. Для всех объектов СЗЗ не требуется.

В целях защиты населения от воздействия электрического поля, необходимо соблюдать санитарные разрывы вдоль линий электропередач.

К нарушению жизнедеятельности проживающего на территории сельского округа населения могут привести аварии на системах: электроснабжения, водоснабжения и водоотведения, теплоснабжения.

Кроме того, элементы повреждённых систем жизнеобеспечения представляют потенциальную опасность поражения населения: электрическим током при обрыве ЛЭП и создании зоны поражения шаговым напряжением.

## Раздел 8. Оценка надежности и безопасности систем электроснабжения

Под надежностью понимают вероятность того, что устройство или система будут в полном объеме выполнять свои функции в течение заданного промежутка времени или при заданных условиях работы.

Самым ненадежным элементом систем электроснабжения (далее - СЭС) являются ЛЭП из-за их большой протяженности и влияния на них большого числа различных внешних воздействий. В сетях населенных пунктов около 90-95% отключений приходится на долю ЛЭП. Отказом ЛЭП называется всякое вынужденное отключение при ее повреждениях.

Различают устойчивые повреждения воздушных линий (опоры, провода, изоляторы) и неустойчивые (самовосстанавливающиеся). Последние ликвидируются путем успешного действия устройств автоматического повторного включения (далее - АПВ) или ручного включения.

Основными причинами повреждения воздушных линий (далее - ВЛ) являются:

- грозовые перекрытия изоляции;
- гололедно-изморозевые отложения;
- ветровые нагрузки;
- вибрация и пляска проводов;
- возгорание деревянных опор;
- ослабление прочности деталей опор;
- повреждение опор и проводов автотранспортом и др.

Внешние воздействия приводят к перекрытию изоляции, разрушению изоляторов, обрыву проводов, падению опор.

- Повреждения ВЛ возможны и в нормальных условиях работы из-за: превышения фактических электрических нагрузок расчетных значений;

дефектов, возникших при изготовлении опор, проводов, изоляторов;  
неправильного применения типов проводов, опор, изоляторов по природно-климатическим зонам;

18

нарушения правил монтажа и сооружения ВЛ;  
недостатков эксплуатации (несоблюдения сроков и объемов проверок, текущих и капитальных ремонтов).

Коммутационные электрические аппараты.

Отказы коммутационных аппаратов (автоматических выключателей, разъединителей, короткозамыкателей, отделителей) происходят при отключении коротких замыканий, выполнении ими различных операций, а также в стационарном состоянии.

Основная причина повреждений коммутационных аппаратов - механические повреждения, связанные с несовершенством конструкции, нарушением технологии изготовления или правил эксплуатации.

Среди них следует выделить:

дефекты контактных соединений;

неполадки в электроприводе;

повреждения из-за ошибочных действий персонала;

отказы при выполнении операций включения из-за некачественной регулировки, настройки или вследствие обледенения.

Электрические повреждения коммутационных аппаратов вызываются перекрытием изоляции при внешних и внутренних перенапряжениях, пробоем внутритаковой изоляции выключателей и пр.

Следует отметить большую повреждаемость линейных разъединителей 6-10 кВ из-за недостатков их конструктивного исполнения.

Для короткозамыкателей причиной отказов могут быть также самопроизвольные включения, а для отделителей - отказы в бестоковую паузу.

К отказам предохранителей относятся их повреждения, а также неселективные и ложные срабатывания.

Релейная защита и автоматика.

Отказами устройств релейной защиты и автоматики (далее - РЗА) являются:

отказы в срабатывании при наличии требования (команды) на срабатывание;

ложные срабатывания при отсутствии требования (команды) на срабатывание;

срабатывания при несоответствии командного импульса, т.е. неселективные срабатывания.

Причиной этих отказов являются повреждения элементов (резисторов, диодов, транзисторов, тиристоров, конденсаторов, реле), из которых состоят схемы РЗА.

Для резисторов и полупроводниковых приборов характерен отказ типа «обрыв» (до 90%), для конденсаторов - типа «короткое замыкание» (до 80%).

Пайки, печатный монтаж из-за плохого их выполнения имеют до 95% отказов типа «обрыв».

Основным источником отказов реле является контактная система, а причиной отказов - разрегулировка контактов, их сваривание, образование на их поверхности непроводящих пленок из-за коррозии, загрязнения, эрозии.

Для маломощных реле характерны отказы из-за ложных срабатываний под действием вибрационных и ударных нагрузок.

Виды отказов. Различают два вида отказов:

отказ в работоспособности объекта;

отказ в электроснабжении, т.е. отказ функционирования.

При анализе надежности СЭС имеют в виду два процесса:

изменение уровня функционирования;

изменение уровня способности выполнять заданные функции в заданном объеме, т.е. изменение спроса электроэнергии потребителем.

Возникновение отказа работоспособности объекта не всегда влечет за собой отказ в электроснабжении и, наоборот, отказ в электроснабжении потребителя не всегда вызывается отказом работоспособности объекта.

Разделение отказов на полные и частичные отражает то, что СЭС и ее части являются объектами с изменяющимся уровнем эффективности функционирования. Например, при повреждении секционированной ЛЭП отключается только часть линии, что означает частичный отказ ЛЭП. Ограниченное и некачественное электроснабжение является типичным отказом функционирования СЭС в отличие от полного перерыва электроснабжения потребителя (полного отказа).

Классификация отказов. По продолжительности различают следующие отказы в электроснабжении:

длительные перерывы в электроснабжении потребителей, вызываемые многочисленными повреждениями в СЭС, например гололедно-ветровыми разрушениями опор и проводов ЛЭП (на период до нескольких суток);

прекращение питания потребителей на время восстановления работоспособности отказавшего элемента СЭС (от 4 до 24 ч);

прекращение питания потребителей на время, необходимое для включения резервного элемента вручную оперативно-выездными бригадами предприятий электрических сетей (от 1,5 до 6 ч);

прекращение питания потребителей на время оперативных переключений выполняемых дежурным персоналом на подстанциях (несколько минут);

кратковременные перерывы питания потребителей на время автоматического ввода резервного питания (далее - АВР) или автоматического отключения поврежденного участка сети (несколько секунд).

С точки зрения информативности отказы бывают:

внезапные, когда потребитель не получает никакой информации об отказе;

внеплановые, сведения о которых поступают потребителю незадолго до момента отключения;

плановые, о которых потребитель предупреждается заблаговременно.

Критериями отказов являются их признаки (проявления), позволяющие установить факт нарушения работоспособного состояния. Они приводятся в нормативно-технической документации на объекты энергетики.

В зависимости от характеристики нарушения, степени повреждения и их последствий учитываются:

20

аварии;  
отказы в работе I степени;  
отказы в работе II степени;  
потребительские отключения.

Аварии бывают станционные, электросетевые, теплосетевые, системные.

На предприятиях электрической сети аварией считается:

нарушение нормальной работы электрической сети напряжением 6 кВ и выше, вызвавшее:

перерыв электроснабжения одного и более потребителей I категории, имеющих питание от двух независимых источников, на срок, превышающий время действия устройств АПВ или АВР;

перерыв электроснабжения потребителей I категории при несоответствии схемы питания требованиям Правил устройств электроустановок (далее - ПУЭ), т.е. не обеспеченным электроснабжением от двух независимых источников питания, на срок более 2,5 ч, а для сельскохозяйственных потребителей - более 10 ч;

перерыв электроснабжения одного и более потребителей II категории на срок более 2,5 ч; а для сельскохозяйственных потребителей II категории - более 10 ч;

перерыв электроснабжения одного и более потребителей III категории на срок более 24 ч;

недоотпуск электроэнергии потребителям в размере 20 тыс. кВт.ч и более независимо от длительности перерыва электроснабжения.

Системными авариями считаются:

нарушение устойчивости работы энергосистемы и разделение ее на части, вызвавшее отключение потребителей на общую мощность более 5 % от нагрузки энергосистемы;

работы энергосистемы с частотой ниже 49,5 Гц длительностью более 1 ч;

многочисленные отключения или повреждения ЛЭП напряжением 6 кВ и выше из-за стихийного явления, приведшие к отключению потребителей на общую мощность более 10 % нагрузки энергосистемы.

Отказом в работе I степени являются:

нарушение нормальной работы электрической сети, вызвавшее перерыв электроснабжения одного и более потребителей I категории при несоответствии схемы их питания требованиям ПУЭ либо одного и более потребителей II категории на срок от 0,5 до 2,5 ч, а для сельскохозяйственных потребителей - от 2 до 10 ч; одного и более потребителей III категории на срок от 8 до 24 ч; недоотпуск электроэнергии потребителям от 5 до 20 тыс. кВт.ч;

повреждение основного электрооборудования сетей, требующее восстановительного ремонта в установленные сроки.

К отказам в работе II степени относятся нарушения нормальной работы электрических сетей, в том числе:

перерывы в электроснабжении потребителей, не являющиеся аварией I степени;

повреждение некоторых видов оборудования;

недовыполнение диспетчерского графика электрической нагрузки или

21

оперативного задания диспетчера;

автоматическое отключение или ошибочное отключение оборудования персоналом;

обесточивание участков электросети напряжением ниже 6 кВ.

Под потребительским отключением понимают отключение оборудования из-за неправильных действий персонала потребителя.

Типы отказов.

Как показывает практика, даже наилучшая конструкция, совершенная технология и правильная эксплуатация не исключают полностью отказы.

Различают три характерных типа отказов, присущих любым объектам:

1) отказы приработанные, обусловленные дефектами проектирования, изготовления, монтажа. Они в основном устраняются путем «отбраковки» при испытании или наладке объекта. Доля этих отказов снижается по истечении периода приработки объекта.

2) отказы внезапные (случайные), вызванные воздействием различных случайных факторов и характерные преимущественно для периода нормальной эксплуатации объекта. Особенностью таких отказов является невозможность их предсказания.

3) отказы постепенные, происходящие в результате износа и старения объекта. Долговечность работы системы можно увеличить за счет периодической замены наиболее ненадежных составляющих элементов.

Рассматриваемые здесь показатели применяются для оценки надежности как невосстанавливаемых (одноразового использования), так и подлежащих ремонту объектов, т.е. восстанавливаемых до появления первого отказа.

Вероятность безотказной работы  $P(t)$  - вероятность того, что в заданном интервале времени  $(0, t)$  в системе или элементе не произойдет отказ.

Статистически  $P(t)$  определяется как отношение числа элементов  $N(t)$ , безотказно проработавших до момента  $t$ , к первоначальному числу наблюдаемых элементов  $N(0)$ :

$$P(t) = N(t) / N(0).$$

Число работоспособных в течение времени  $(0, t)$  элементов

$$N(t) = N(0) - n(0, t),$$

где  $n(0, t)$  - число отказавших за время  $(0, t)$  элементов.

Вероятность появления отказа  $Q(t)$  - вероятность того, что в заданном интервале времени  $(0, t)$  произойдет отказ.

Статистическая оценка

$$Q(t) = n(0, t) / N(0).$$

Таким образом, всегда имеет место соотношение

$$P(t) + Q(t) = 1.$$

Частота отказов  $a(t)$  - производная от вероятности появления отказа, означающая вероятность того, что отказ элемента произойдет за единицу времени  $(t, t + \Delta t)$

$$a(t) = \frac{dQ(t)}{dt} = - \frac{dP(t)}{dt}$$

22

Для определения величины  $a(t)$  можно использовать статистическую оценку:

$$a(t) = \frac{n(t, \Delta t)}{N(0) \cdot \Delta t}$$

где  $n(t, \Delta t)$  - число элементов, отказавших в интервале времени от  $t$  до  $t + \Delta t$ .

Точность статистической оценки возрастает с увеличением первоначального числа наблюдаемых элементов и уменьшением временного интервала  $\Delta t$ .

Частота отказов, вероятность безотказной работы и вероятность появления отказа связаны следующими зависимостями:

$$P(t) = \int_1^x a(x) dx, \quad Q(t) = \int_0^1 a(x) dx$$

Интенсивность отказов  $\lambda(t)$  - условная вероятность отказа после момента  $t$  за единицу времени  $\Delta t$  при условии, что до момента  $t$  отказа элемента не было.

Интенсивность отказов связана с частотой отказов и вероятностью безотказной работы:

$$\lambda(t) = a(t)/P(t).$$

Так как  $P(t) \leq 1$ , то всегда выполняется соотношение  $\lambda(t) \geq a(t)$ .

Статистически интенсивность отказов определяется таким образом:

$$a(t) = \frac{n(t, \Delta t)}{N(t) \cdot \Delta t}$$

Различие между частотой и интенсивностью отказов в том, что первый показатель характеризует вероятность отказа за интервал  $(t, t + \Delta t)$  элемента, взятого из группы элементов произвольным образом, причем неизвестно, в каком состоянии (работоспособном или неработоспособном) находится выбранный элемент. Второй показатель характеризует вероятность отказа за тот же интервал времени элемента, взятого из группы оставшихся работоспособными к моменту  $t$  элементов.

Для высоконадежных элементов и систем: если  $P(t) > 0,99$ , то  $a(t) = \lambda(t)$ . Поэтому в практических расчетах возможна при указанном условии взаимная замена  $a(t)$  и  $\lambda(t)$ .

Вероятности безотказной работы в зависимости от интенсивности отказов и времени:

$$P(t) = \exp\left[- \int_0^t \lambda(x) dx\right].$$

Изменение интенсивности отказов во времени.

Типичная функция интенсивности отказов во времени (в течение срока службы объекта) имеет U-образный характер (рисунок 1).

В начальный период I преобладают приработочные отказы. После него наступает наиболее продолжительный период нормальной эксплуатации II, в котором на объект воздействуют случайные факторы. Последние вызывают внезапные отказы, интенсивность которых в период нормальной эксплуатации практически не зависит от времени.

23

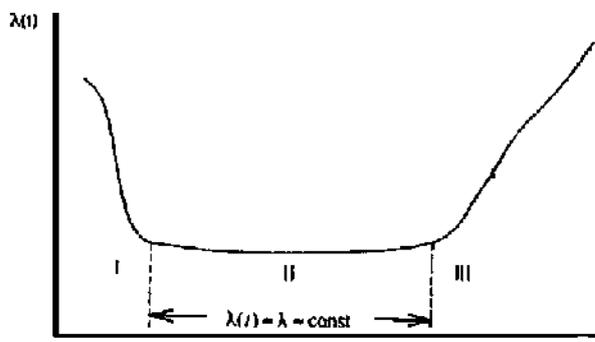


Рисунок 1. Интенсивность отказов во времени

В период старения и износа III в основном имеют место постепенные отказы, возникающие вследствие накопления ухудшений физико-химических свойств объекта.

Для основных элементов СЭС период приработки длится до 3-5 лет. Процессы старения и износа проявляются для ВЛ на опорах из пропитанной древесины через 15-20 лет после ввода в эксплуатацию, для трансформаторов и КЛ - через 20-30 лет (в первую очередь за счет старения изоляции). Старение и износ коммутационной аппаратуры наступает через 40-50 лет. Обычно эта аппаратура морально устаревает раньше, нежели физически. В основном элементы СЭС высоконадежны. Время их безотказной работы значительно превышает время восстановления.

Средняя наработка на отказ (среднее время безотказной работы)  $T$  представляет собой математическое ожидание наработки объекта до первого отказа. Этот показатель геометрически представляет собой площадь под кривой вероятности безотказной работы:

$$T = \int_0^{\infty} P(t) dt$$

Расчетные формулы для экспоненциального закона надежности

Учитывая, что для объектов СЭС интенсивность отказов в период нормальной эксплуатации практически неизменна, т.е.  $\lambda(t) = \lambda$ , соотношения между основными показателями надежности можно представить с учетом этого условия в более простой и наглядной форме:

$$\begin{aligned} P(t) &= \exp(-\lambda t), \\ Q(t) &= 1 - \exp(-\lambda t), \\ a(t) &= \lambda \exp(-\lambda t). \end{aligned}$$

Средняя наработка на отказ для экспоненциального закона принимает вид

$$T = 1/\lambda.$$

Для статистической оценки величины  $T$  применяется формула

$$T = \sum_{i=1}^{N(0)} t_i / N(0),$$

где  $t_i$ , - время безотказной работы  $i$ -го элемента (объекта).

Если рассматривается один часто выходящий из строя элемент, то в формуле под  $t_i$  понимается время безотказной работы на  $i$ -м интервале времени, а под  $N(0)$  - число временных интервалов.

24

Для экспоненциального закона надежности средняя наработка элемента до первого отказа равна среднему времени безотказной работы между соседними отказами. Поскольку в период нормальной эксплуатации  $\lambda = \text{const}$ , то и  $T = \text{const}$ .

На рисунке 2 представлены в графической форме зависимости основных показателей надежности от времени при экспоненциальном законе. Площадь заштрихованной области численно характеризует среднюю наработку на отказ.

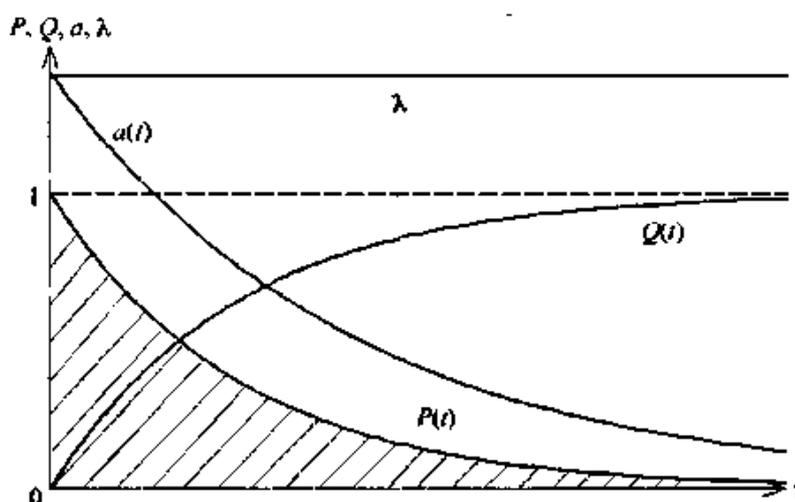


Рисунок 2. Зависимости основных показателей надежности от времени при экспоненциальном законе

Подавляющее большинство объектов СЭС характеризуется очень малыми численными значениями интенсивности отказов и соответственно большими значениями средней наработки на отказ.

В таблице 7 приведены расчетные значения показателей надежности основных элементов СЭС.

Таблица 7

Расчетные значения показателей надежности основных элементов СЭС

Элемент	Условное обозначение на схемах	Интенсивность отказов, год <sup>-1</sup>	Среднее время восстановления ТВ, ч	Интенсивность преднамеренных отключений, год <sup>-1</sup>	Среднее время обслуживания Т0, ч
Воздушная линия 35, 110 кВ одноцепная, на 1 км длины	Л	0,08	8	0,15	8

Воздушная линия 35, 110 кВ двух- цепная, на 1 км длины	2Л	0,008	10	0,01	8
Воздушная линия 6, 10 кВ одноцеп- ная, на 1 км длины	Л	0,25	6	0,25	5,8
Шины ОРУ 35, 110 кВ, на одно при- соединение	Ш	0,001	5	0,15	6
Шины РУ 6, 10 кВ на одно присо- единение	Ш	0,001	4	0,16	5

25

Элемент	Условное обозна- чение на схемах	Интенсивность от- казов, год <sup>-1</sup>	Среднее время вос- становления ТВ, ч	Интенсивность преднамеренных отключений, год <sup>-1</sup>	Среднее время об- служивания Т0, ч
Сборка НН-0,4 кВ ТП	С 0,4	0,007	4	0,2	5
Кабельная линия 6, 10 кВ на 1 км длины	К	0,10	25	0,5	3
Две кабельные линии в одной траншее, на 1 км длины	2К	0,05	15	0,05	3
Воздушная линия 0,38 кВ, на 1 км длины	Л	0,20	4	0,3	5
Трансформатор с высшим напряжением 35, 110 кВ	Т	0,03	30	0,4	22
Трансформатор с высшим напряжением 6, 10 кВ	Т	0,035	8	0,3	8
Ячейка выключателя 35, 110 кВ	Q	0,02	7	0,3	6
Ячейка выключателя 6, 10 кВ внутренней уста- новки	Q	0,015	6	0,2	6
Ячейка выключателя 6, 10 кВ КРУН наружной установки	Q	0,05	5	0,3	5
Ячейка отделителя (ОД) или короткозамыкателя (КЗ) 35, 110 кВ	QR (QK)	0,05	4	0,3	5
Ячейка разъединителя 35, 110 кВ	QS	0,005	4	0,25	4
Ячейка разъединителя 6, 10 кВ внутренней уста- новки	QS	0,002	3	0,2	3,5
Ячейка разъединителя 6, 10 кВ КРУН наружной установки	QS	0,01	3	0,2	3,5
Ячейка предохранителя 6, 10 кВ	FU	0,05	2,5	0,2	3
Линейный разъединитель 6, 10 кВ	QS	0,08	4,5	-	-

В данной схеме электроснабжения произведен расчет показателей надежности для ЛЭП 0,38кв.

Расчет показателей надежности для ЛЭП 0,38 кВ на 1 км длины.

Вероятность безотказной работы для момента времени  $t = 6$  месяцев:

$$P(0,5) = \exp(-0,2 \cdot 0,5) = 0,9048.$$

Вероятность появления отказа для момента времени  $t = 6$  месяцев:

$$Q(0,5) = 1 - \exp(-0,2 \cdot 0,5) = 0,0952.$$

Частота отказа для момента времени  $t = 6$  месяцев:

$$a(0,5) = \lambda P(0,5) = 0,2 \cdot 0,9048 = 0,18096.$$

Средняя наработка на отказ:

$$T = 1/0,2 = 5 \text{ лет.}$$

Показатели надежности восстанавливаемых объектов.

Для оценки надежности объектов многоразового использования используются дополнительные показатели, учитывающие также процессы восстановления (ремонта) элементов (объектов).

Параметр потока отказов  $\omega(t)$  - математическое ожидание числа отказов, происшедших за единицу времени, начиная с момента  $t$  при условии, что все элементы, вышедшие из строя, заменяются работоспособными, т. е. число наблюдаемых элементов сохраняется одинаковым в процессе эксплуатации.

26

Для экспоненциального закона надежности интенсивность и параметр потока отказов не зависят от времени и совпадают, т. е.

$$\lambda(t) = \omega(t) = \lambda = \omega = \text{const.}$$

Вероятность восстановления  $S(t)$  - вероятность того, что отказавший элемент будет восстановлен в течение заданного времени  $t$ , т. е. вероятность своевременного завершения ремонта.

Очевидно то, что  $0 \leq S(t) \leq 1$ ,  $S(0)=0$ ,  $S(\infty)=1$ .

Для определения величины  $S(t)$  используется следующая статистическая оценка:

$$S(t) = N_B / N_B(0),$$

где  $N_B(0)$  - число элементов, поставленных на восстановление в начальный момент времени  $t = 0$ ;  $N_B$  - число элементов, время восстановления которых оказалось меньше заданного времени  $t$ , т. е. восстановленных на интервале  $(0, t)$ .

Вероятность невосстановления (несвоевременного завершения ремонта)  $G(t)$  - вероятность того, что отказавший элемент не будет восстановлен в течение заданного времени  $t$ .

Статистическая оценка величины  $G(t)$ :

$$G(t) = \frac{N_B(0) - N_B}{N_B(0)}$$

На рисунке 3 в графической форме представлены изменения  $S(t)$  и  $G(t)$  во времени.

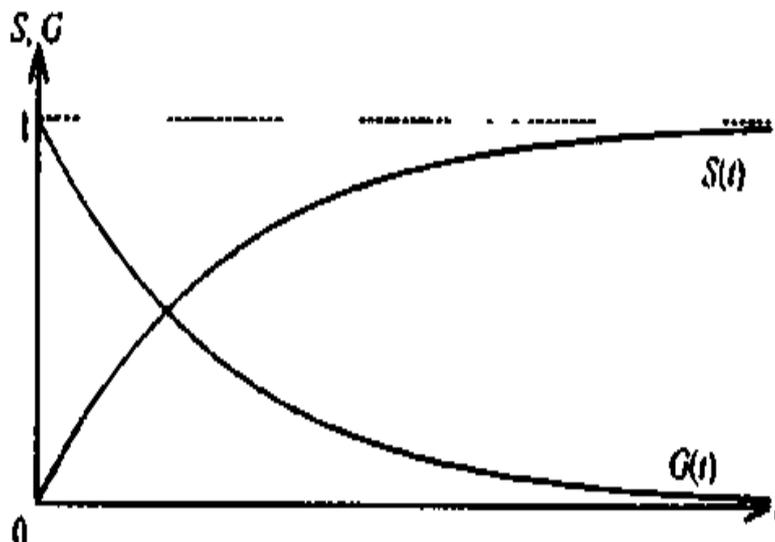


Рисунок 3. Изменения величин  $S(t)$  и  $G(t)$  во времени.

Частота восстановления  $a_B(t)$  - производная от вероятности восстановления:

$$a_B(t) = \frac{dS(t)}{dt} = -\frac{dG(t)}{dt}.$$

Для численного определения величины  $a_B(t)$  используется ее статистическая оценка

$$a_B(t) = \frac{n_B(t, \Delta t)}{N_B(0) \cdot \Delta t},$$

27

где  $n_B(t, \Delta t)$  - число восстановленных элементов на интервале времени от  $t$  до  $t + \Delta t$ .

Интенсивность восстановления  $\mu(t)$  - условная вероятность восстановления после момента  $t$  за единицу времени  $\Delta t$  при условии, что до момента  $t$  восстановления элемента не произошло.

Интенсивность восстановления связана с частотой восстановления:

$$\mu(t) = a_B(t) / G(t).$$

Статистически интенсивность восстановления определяется следующим образом:

$$\mu(t) = \frac{n_B(t, \Delta t)}{(N_B(0) - N_B) \Delta t}.$$

В отличие от процесса отказов, который развивается во времени естественным образом, процесс восстановления является целиком искусственным (ремонт элемента) и тем самым полностью определяется организационно-технической деятельностью эксплуатационного персонала. Поэтому кривая интенсивности восстановления, аналогичная кривой интенсивности отказов, здесь отсутствует. Так как установлены обоснованные нормативы времени на проведение ремонтных работ, то принимают интенсивность восстановления независимой от времени:

$\mu(t) = \mu = \text{const}$ . Численные значения интенсивности восстановления сведены в справочные таблицы по видам оборудования и ремонтов.

Для экспоненциального распределения времени восстановления, т.е. при постоянной интенсивности восстановления:

$$S(t) = 1 - \exp(-\mu t),$$

$$G(t) = \exp(-\mu t).$$

Среднее время восстановления  $T_B$  представляет собой математическое ожидание времени восстановления и численно соответствует площади под кривой вероятности невозможности восстановления:

$$T_B = \int_0^{\infty} G(t) dt.$$

Статистическая оценка величины  $T_B$ :

$$T_B = \sum_{i=1}^{N_B(0)} t_{Bi} / N_B(0),$$

где  $t_{Bi}$  - длительность восстановления  $i$ -го элемента (объекта).

Для отдельно рассматриваемого элемента под  $t$  понимается длительность восстановления после  $i$ -го отказа, а под  $N_B(0)$  - число отказов данного элемента.

При экспоненциальном распределении времени восстановления, когда интенсивность восстановления  $\mu = \text{const}$   $T_B = 1/\mu$ , т.е. среднее время восстановления численно равно средней по множеству однотипных элементов (объектов) продолжительности восстановления, приходящейся на один объект. Поскольку  $\mu = \text{const}$ , то и  $T_B = \text{const}$ .

В случае, когда требуется оценить надежность работы элемента безотносительно к времени его работы, используются рассматриваемые ниже показатели.

28

Коэффициент готовности  $K_G$  - вероятность того, что элемент работоспособен в произвольный момент времени

$$K_G = \frac{T}{T + T_B}.$$

Таким образом, коэффициент готовности равен вероятности пребывания элемента в работоспособном состоянии в произвольный момент времени в рассматриваемом периоде.

Коэффициент готовности имеет смысл надежностного коэффициента полезного действия, так как числитель представляет собой полезную составляющую, а знаменатель - общие затраты времени.

Коэффициент готовности является важным показателем надежности, так как характеризует готовность элемента к работе и позволяет также оценить его эксплуатационные качества (удобство эксплуатации, стоимость эксплуатации) и требуемую квалификацию обслуживающего персонала.

Коэффициент простоя  $K_P$  - вероятность того, что элемент неработоспособен в любой момент времени

$$K_P = \frac{T_B}{T + T_B}.$$

Очевидно, что всегда имеет место равенство

$$K_G + K_P = 1.$$

Относительный коэффициент простоя  $K_{ПО}$  - отношение коэффициента простоя к коэффициенту готовности:

$$K_{ПО} = K_P / K_G = T_B / T.$$

Коэффициент технического использования  $K_{ТИ}$  учитывает дополнительные преднамеренные отключения элемента, необходимые для проведения планово-предупредительных ремонтов:

$$K_{ТИ} = \frac{T}{T + T_B + T_0},$$

где  $T_0$  - среднее время обслуживания, т.е. среднее время нахождения элемента в отключенном состоянии для производства планово-предупредительных ремонтов (профилактики).

Коэффициент оперативной готовности  $K_{ОГ}$  - вероятность того, что элемент работоспособен в произвольный момент времени  $t$  и безошибочно проработает в течение заданного времени  $\tau$  ( $t, t+\tau$ ):

$$K_{ОГ} = K_1 * P(\tau).$$

Для определения величины  $K_{ОГ}$  используется статистическая оценка

$$K=N_t(\tau)/ N (0),$$

где  $N (\tau)$  - число элементов, исправных в момент времени  $t$  и безотказно проработавших в течение времени  $\tau$ ,  $N(0)$  - первоначальное число наблюдаемых элементов в момент времени  $t = 0$ .

Коэффициент оперативной готовности позволяет количественно оценить надежность объекта в аварийных условиях, т.е. до окончания выполнения какой-то эпизодической функции.

Существующая пропускная способность ВЛ 0,4 кВ позволяет покрыть прогнозируемые нагрузки без ограничений удастся достичь надежности элек-

29

троснабжения в соответствии с критерием  $(n-2)$  и обеспечить бездефицитный баланс мощности.

Схема электроснабжения сп. Хатырка позволяет существенно повысить надежность электроснабжения потребителей и обеспечить их бесперебойное питание.