



**АДМИНИСТРАЦИЯ
АНАДЫРСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА**

ПОСТАНОВЛЕНИЕ

От 29 декабря 2017г.

№ 1026

Об утверждении схемы электроснабжения сельского поселения Алькатваам 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 Алькатваам 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.

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

Подготовил:

Д.А. Кобзев

Согласовано:

С.Е. Широков

А.А. Исканцев

О.П. Агафонова

Разослано: дело, УПиСХП - 1, сельское поселение Хатырка - 1, ГП ЧАО «Чу-коткоммунхоз» - 1/3

УТВЕРЖДЕНА

постановлением Администрации
Анадырского муниципального района
29 декабря 2017 г. № 1026

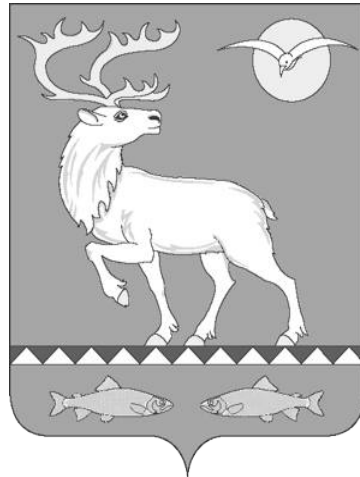


Схема электроснабжения
сельского поселения Алькатваам
Анадырского муниципального района
Чукотского автономного округа
на период до 2027 года

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. Алькатваам.....	10
Раздел 4. Перспективное потребление электрической энергии на цели электроснабжения.....	10
Раздел 5. Предложения по строительству, реконструкции и модернизации объектов централизованных систем электроснабжения сп. Алькатваам.....	13
Раздел 6. Оценка объемов капитальных вложений в строительство, реконструкцию и модернизацию объектов системы электроснабжения сп. Алькатваам.....	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 Аькатваам 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

Объект разработки

Сельское поселение Алькатваам (далее – сп. Алькатваам) - национальное чукотское село в Анадырском муниципальном районе Чукотского автономного округа Российской Федерации. Расположено на берегу реки Алькатваам, в 22 км от посёлка Беринговский, с которым связано грунтовой дорогой.

В селе есть средняя школа, школа искусств, детский сад, библиотека, дом культуры, больница, почта, узел связи, магазин, пекарня.

Основное занятие местных жителей — оленеводство и рыболовство.

Численность населения сп. Алькатваам на 1 января 2017 года - 225 человек.

Электроснабжение.

Источником электроснабжения сп. Алькатваам является дизельная электростанция (0,8 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	Год ввода в эксплуатацию	Фактическая наработка на 01.04.2016, ч	Наработка до капитального ремонта, ч
1	АД-200	200	50009673	2007	2007	28569	12000
2	АД-200	200	50009861	2007	2007	35513	12000
3	АД-200	200	50009884	2007	2007	28164	12000
4	ВДМ 200.1	200	2571208	2013	2013	10598	12000

Исходя из данных таблицы 1 можно сделать вывод, что большая часть дизель-генераторов выработали свою наработку до капитального ремонта в 2-3 раза. Для повышения надежности требуется замена дизель-генераторов.

Электрические сети.

Электрические сети сп. Алькатваам включают в себя линии электропередач с классом 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
фидер-1 Котельная	0,4	4*АС-95	0,667	2010	7	25	2035	26%

фидер-2	0,4	4*АС-70	0,883	2008	9	25	2033	36%
фидер-3	0,4	4*АС-70	0,495	2008	9	25	2033	36%
фидер-4	0,4	4*АС-70	0,23	2008	9	25	2033	36%

5

Исходя из данных таблицы 2 можно сделать вывод, что воздушные линии 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	Дли на ка-белей	Время ввода в эксплуатацию	Время эксплуатации фактически	Время амортизации нормативное	Время окончания амортизации	Процент амортизации или износа
	кВ		км	год	лет	лет	год	%
фидер Котельная резерв	0,4	АСБ-4*95	0,6	2002	15	25	2027	60%
фидер-1 Котельная	0,4	КГ-4*95	0,04	2008	9	25	2033	36%
фидер-2	0,4	КГ-4*95	0,04	2008	9	25	2033	36%
фидер-3	0,4	АСБ-4*70	0,25	2008	9	25	2033	36%
фидер-4	0,4	АСБ-4*70	0,25	2008	9	25	2033	36%
			1,18					41%

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. Альтаваам.

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 хо-

6

зяйства, 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» 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, но и серьезный акцент делается на реализацию 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 отказе. Акт считается действительным, если его подписали три представителя сетевой организации. Если между потребителем, сетевой и энергосбытовой организацией не достигнуто соглашение о пользовании электрической энергией, ее оплате, сохранении приборов учета и т.п., спорные вопросы решаются в уста-

7

новленном 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:

установка и ввод в работу устройств компенсации реактивной мощности;

замена проводов на большее сечение на перегруженных линиях;

строительство, реконструкция и ремонт линий электропередач с применением СИП;

оптимизация нагрузки электросетей за счет строительства;

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.

1.4. 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. Алякватваам эксплуатируются ГП ЧАО «Чукоткоммунхоз».

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

Установленная мощность ДЭС в сп. Алякватваам составляет – 600 кВт.

Максимальная нагрузка – 255 кВт, минимальная нагрузка – 60 кВт. Суммарное потребление электроэнергии 1051,91тыс. 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. Алякватваам 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 пункта 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 произвести 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. Аькатваам

Наименование ТП	Покрытие электрической мощности, МВт	Максимальная присоединенная электрическая нагрузка, МВт	Резерв (+)/Дефицит (-) мощности, МВт
ДЭС	0,6	0,3	0,3

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. Аькатваам за 2015 год представлен в таблице 5.

Таблица 5

Баланс электрической энергии сп. Аькатваам

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	1,052				1,052
1.1	из смежной сети, всего					
	в том числе из сети					
	ВН					
	СН1					
	СНП					
1.2	НН	1,052				1,052
1.3	От других поставщиков	-				
1.4	Поступление электроэнергии от других организаций					
2	Потери электроэнергии в сети	0,0124				0,0124
	то же в % (п. 1.1/п. 1.3)	11,8				11,8
3	Расход электроэнергии на производственные и хозяйственные нужды	0,396				0,396
4	Полезный отпуск из сети	0,894				0,894

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

Сложившаяся в настоящее время в сп. Алькатваам ситуация в топливно-энергетическом комплексе показывает, что угроза надежному энергообеспечению в области имеет место. Она вызвана рядом причин, влияющих на снижение устойчивого энергоснабжения и, негативно воздействующих на развитие экономики.

В соответствии с выполненным анализом состояния систем электроснабжения сп. Алькатваам 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. Алькатваам 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. Алькатваам 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

4.1. Направления развития сп. Алькатваам.

Одним из видов деятельности и сферой компетенции ГП ЧАО «Чукоткоммунхоз» в сп. Алькатваам 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. Алякватваам, возникают сложности с привлечением и закреплением квалифицированных кадров на предприятии.

11

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

Тенденция снижения экономически активного населения потребует активных компенсирующих мер: обеспечение подготовки, переподготовки и повышения квалификации кадров в соответствии с потребностями рынка труда сп. Алякватваам, а также предоставление более широких возможностей для использования трудового потенциала молодежи, женщин, пожилых людей.

В целях предотвращения критической ситуации на рынке труда в сп. Алякватваам 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 граждан и граждан, ищущих 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. Алякватваам в пределах Чукотской области. Перераспределение трудовых ресурсов с учетом спроса на рабочую силу будет способствовать сохранению конкурентоспособного кадрового потенциала сп. Алякватваам до периода устранения негативных экономических тенденций.

Анализ существующих тенденций выявил:

1) жилищная ситуация в сп. Алякватваам 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. Алякватваам 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. Алькатваам в рассматриваемый проектный период до 2027 года предлагается осуществлять по действующей схеме.

4.2. Определение перспективных электрических нагрузок потребителей сп. Алькатваам.

Электрические нагрузки жилищно-коммунального сектора определены по

12

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 от 29 июня 1999 года № 213.

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

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

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

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

Таблица 6

Расчетный баланс электрической нагрузки сп. Алькатваам на проектный период

№ п/п	Потребитель	Максимальная электрическая нагрузка, кВт	Необходимое количество электричества, кВт*час
1	Население	330	332980
2	Бюджетные организации	135	147500
3	прочие потребители	30	32855
4	суммарно с учётом коэффициентов совмещения максимумов нагрузок К=0,89	440	513286

Максимальная нагрузка по сп. Алькатваам составит 440 кВт.

Основным потребителем электроэнергии к 2026 году будет являться жилищно-коммунальный сектор (66,7 %) и прочие потребители(40,5%). На бюджетные организации приходится 5,6 % потребления электроэнергии.

4.3. Прогнозные балансы потребления электроэнергии.

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

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;

13

СП 31-110-2003 «Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий»;

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. Алькатваам отсутствует, поэтому определить перспективный баланс потребления электроэнергии в сп. Алькатваам не представляется возможным.

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

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

Дизельная электростанция 200 кВт модель «Азимут» АД 200-Т400.

Дизельная электростанция АД 200-Т400 мощностью 200 кВт состоит из рядного шестицилиндрового дизельного двигателя водовоздушного охлаждения, оснащенного турбонаддувом с промежуточным охлаждением, объемом 12,88 литра и мощностью 236 кВт, синхронного бесщеточного генератора с автоматической регулировкой напряжения, блока охлаждения со стандартным радиатором, щита управления с контроллером НГМ6120. Установка смонтирована на стальной раме с виброопорами и интегрированным топливным баком, достаточным для 8-10 часов непрерывной работы в зависимости от нагрузки. Базовая комплектация включает глушитель, аккумуляторные батареи, зарядный генератор 24 В, заправку маслом и антифризом. Каждая электростанция проходит стендовые испытания под нагрузкой в 50%, 70%, 100% в течение 2-х часов и кратковременно в 110% от номинальной мощности.

Предназначена для использования в качестве основного или резервного источника трехфазного электрического тока напряжением 230/400 В и частотой 50 Гц.

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 4,1 млн. руб. (стоимость мероприятий приведена по состоянию на 2017 год и произведена по укрупненным показаниям. В инвестиционной программе стоимость мероприятий должна быть определена на основании уточненных расчетов, смет, с учетом прогнозного уровня цен в год планируемой реализации проекта»).

14

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. Алькатваам» и «Генерального плана сп. Алькатваам» для разработки «Схемы электроснабжения сп. Алькатваам на период 2017-2027 гг.» 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. Алькатваам

Для реализации предложений по развитию систем электроснабжения придется заменить 4 дизель-генератора, что потребует вложения инвестиций в размере 4,1 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. Алькатваам 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 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 1999 года № 52-ФЗ для объектов и производств, являющихся источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека, устанавливается специальная территория с особым режимом использования санитарно-защитная зона (далее - СЗЗ), размер которой обеспечивает уменьшение воздей-

15

ствия 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 проведенных исследований, установлено, что у людей, проживающих вблизи линий электропередачи и трансформаторных подстан-

ций, 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.

16

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, проводить любые мероприятия, связанные с большим скоплением людей.

Проведение необходимых мероприятий в охранной зоне ЛЭП может выполняться только при получении письменного разрешения на производство ра-

17

бот 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; нарушения правил монтажа и сооружения ВЛ;

18

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 внутрибаковой 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.

19

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:

аварии;

отказы в работе 1 степени;

20

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:

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

б) 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;

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

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

д) 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 восста-

новительного 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 оперативного задания диспетчера;

21

автоматическое отключение или ошибочное отключение оборудования персоналом;

обесточивание участков электросети напряжением ниже 6 кВ.

Под потребителем 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 $(t, t + \Delta t)$

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

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

22

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

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 Δt .

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 Δt 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

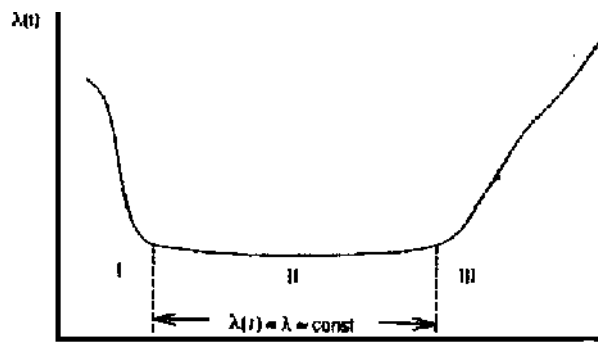


Рисунок 1. Интенсивность отказов во времени.

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.

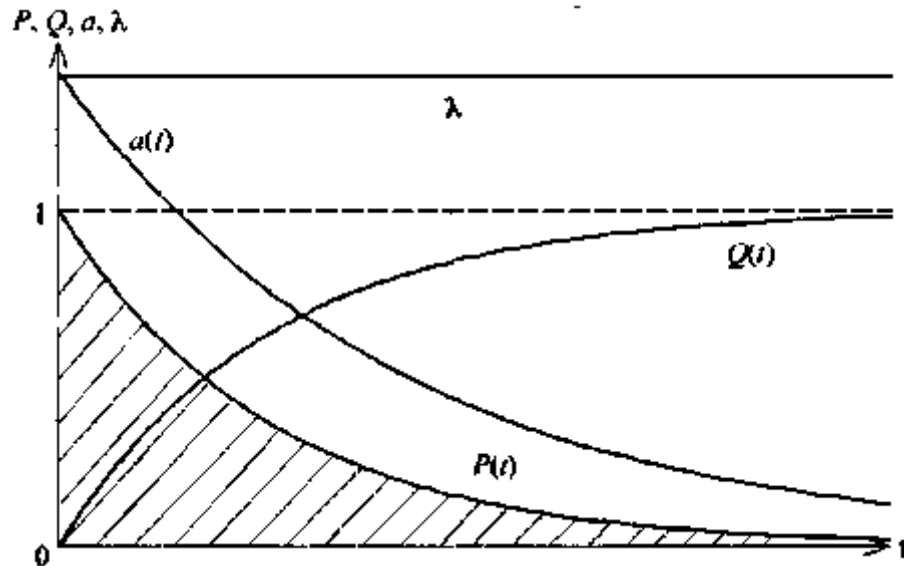


Рисунок 2. Зависимости основных показателей надежности от времени при экспоненциальном законе.

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 ⁻¹	Среднее время восстановления ТВ, ч	Интенсивность преднамеренных отключений, год ⁻¹	Среднее время обслуживания ТО, ч
Воздушная линия 35, 110 кВ одноцепная, на 1 км длины	Л	0,08	8	0,15	8
Воздушная линия 35, 110 кВ двухцепная, на 1 км длины	2Л	0,008	10	0,01	8
Воздушная линия 6, 10 кВ одноцепная, на 1 км длины	Л	0,25	6	0,25	5,8
Кабельная линия 6, 10 кВ на 1км длины	К	0,10	25	0,5	3
Две кабельные линии в одной траншее, на 1км длины	2К	0,05	15	0,05	3

25

Элемент	Условное обозначение на схемах	Интенсивность отказов, год ⁻¹	Среднее время восстановления ТВ, ч	Интенсивность преднамеренных отключений, год ⁻¹	Среднее время обслуживания ТО, ч
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 установки	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 установки	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	-	-
Шины ОРУ 35, 110 кВ, на одно присоединение	Ш	0,001	5	0,15	6
Шины РУ 6, 10 кВ на одно присоединение	Ш	0,001	4	0,16	5
Сборка НН-0,4 кВ ТП	С 0,4	0,007	4	0,2	5

В данной таблице 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

26

элементы, вышедшие из строя, заменяются работоспособными, т. е. число наблюдаемых элементов сохраняется одинаковым в процессе эксплуатации.

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 своего временного 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.

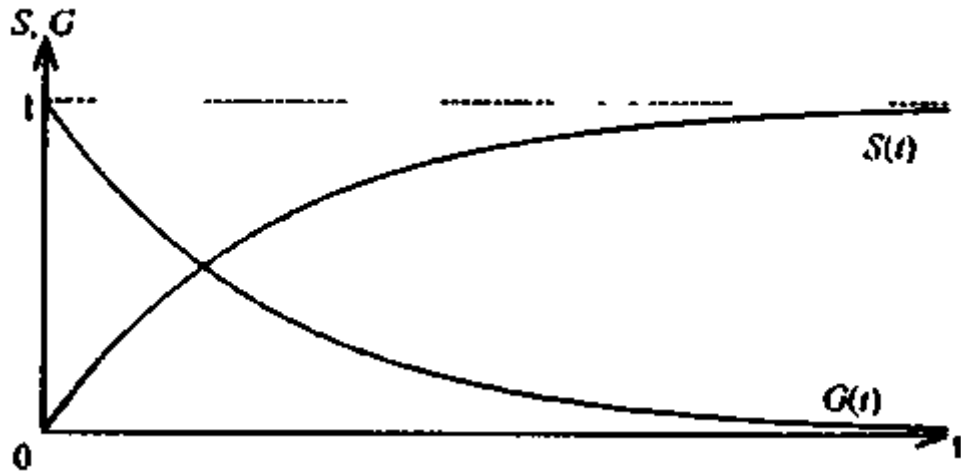


Рисунок 3. Изменения величин $S(t)$ и $G(t)$ во времени.

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:

27

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

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 Δt 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 невосстановления:

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

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 $T_B = \text{const}$.

28

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

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_{II} - вероятность того, что элемент неработоспособен в любой момент времени

$$K_{II} = \frac{T_B}{T + T_B}.$$

Очевидно, что всегда имеет место равенство

$$K_G + K_{II} = 1.$$

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

$$K_{по} = K_{п} / K_{г} = T_{в} / T.$$

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

$$K_{ти} = \frac{T}{T + T_{в} + T_0},$$

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 τ ($t, t+\tau$):

$$K_{ог} = K_1 * P(\tau).$$

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 τ , $N(0)$ - 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 электроснабжения в соответствии с критерием (п-2) и обеспечить бездефицитный баланс мощности.

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