

В.А. Седнев, С.В. Чередниченко
(Академия ГПС МЧС России; e-mail: sednev70@yandex.ru)

ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПУНКТА ВРЕМЕННОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ПОСТРАДАВШЕГО В ЧС НАСЕЛЕНИЯ

Обоснованы требования к структуре и составу системы электроснабжения пункта временного размещения населения, пострадавшего в чрезвычайных ситуациях.

Ключевые слова: пострадавшее население, системы жизнеобеспечения, электроснабжение, технические требования.

V.A. Sednev, S.V. Cherednichenko

THE PRINCIPLES OF ORGANIZATION OF POWER SUPPLY OF TEMPORARY ACCOMMODATION FOR THE POPULATION AFFECTED IN EMERGENCY

The requirements to the structure and composition of the of the temporary accommodation power supply system for the population affected as a result of emergency situations are justified.

Key words: the affected population, life support systems, power supply, technical requirements.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 27 января 2016 г.

Для решения задач жизнеобеспечения пострадавшего в ЧС населения в пункте временного размещения необходимо нормальное функционирование большого количества различных потребителей *электрической энергии (ЭЭ)*. В случае прекращения их электроснабжения даже на короткое время задача жизнеобеспечения может быть выполнена частично или не выполнена, что определяет важность бесперебойного обеспечения электроэнергией потребителей.

С точки зрения электроснабжения, *пункты временного размещения пострадавшего населения (ПВР ПН)*: являются [1-2] не крупными потребителями электрической энергии, – их мощность составляет от единиц до нескольких десятков, редко, сотен киловатт; обеспечиваются электрической энергией, как правило, от передвижных *источников ЭЭ (ИЭЭ)* или встроенных *электроагрегатов (ЭА)*; используются в *чрезвычайных ситуациях (ЧС)*. Конструктивно *система электроснабжения (СЭС)* выполняется различно, но в любой из них может быть выделена внешняя и внутренняя части [3-5].

По внешней части системы электроснабжения пункт временного размещения пострадавшего населения получает электрическую энергию от государственной энергосистемы. Эта часть системы включает в себя элементы, начиная от места присоединения к государственной энергосистеме до элементов, входящих во внутреннюю часть системы электроснабжения. Внешний ввод

от государственной энергосистемы, при наличии такой возможности, является основным источником питания. Однако государственная энергосистема, не будучи поражённой, может обеспечивать потребителей электрической энергией и в режиме чрезвычайной ситуации. Если пункт временного размещения пострадавшего населения удалён на значительное расстояние от государственной энергосистемы, его электроснабжение может осуществляться от резервной *электростанции (ЭС)*, которую следует относить к внешней части СЭС.

Внутреннюю часть системы электроснабжения составляют резервные ЭС и элементы, находящиеся под напряжением при питании от них. Эксплуатацию внутренней части системы электроснабжения осуществляет обслуживающий персонал спасательного подразделения. Если внутренняя часть СЭС резервирует внешнюю, то ЭС внутренней части называют резервными. В режиме чрезвычайной ситуации и при отсутствии связи с государственной энергосистемой они являются основными источниками питания. Однако разделить на внешнюю и внутреннюю части систему электроснабжения ПВР ПН нельзя, так как его электроснабжение осуществляется от одного источника электрической энергии.

При выборе варианта системы электроснабжения предпочтение следует отдавать варианту с более высоким напряжением, так как при росте нагрузок затраты на расширение СЭС будут меньше. При этом величина напряжения передающей линии зависит [4-5] от передаваемой мощности и расстояния, на которое осуществляется передача. Поскольку выпускаемые промышленностью генераторы дизель-электрических агрегатов имеют номинальное напряжение 0,38, 6 и 10 кВ, то и сети внутренней части СЭС выполняются на эти же напряжения. Построение электрических сетей для распределения ЭЭ может осуществляться по радиальным, магистральным и смешанным схемам.

Суть радиальной схемы состоит в том, что распределение ЭЭ от питающих сборных шин к потребителю (группе потребителей) осуществляется по отдельной линии. Схему целесообразно применять в случаях, когда на объекте есть крупные сосредоточенные нагрузки в различных направлениях от ИЭЭ. Схемы могут быть одноступенчатыми или двухступенчатыми, что определяется числом ступеней распределения ЭЭ в сети данного напряжения. Радиальные схемы с числом ступеней более двух громоздки и нецелесообразны, так как при этом усложняются коммутация и защита. При двухступенчатой радиальной схеме применяются промежуточные распределительные пункты, от которых и питаются распределительные сети второй ступени. Такие схемы используются для электроснабжения объектов, рассредоточенных на большой территории. Ответственные потребители питаются по радиальным резервированным линиям, присоединённым к независимым источникам питания.

Радиальные схемы просты по конструктивному исполнению; повреждение линии лишает питания только часть потребителей; при применении резервных линий перерыв питания определяется временем для включения резерва. Недостатки радиальных схем: необходимость установки на головной подстанции большого количества ячеек распределительного устройства при одноступенчатом питании и большой расход кабелей.

Наиболее рациональным решением построения системы электроснабжения объекта, содержащего большое число сооружений, требующих разветвлённой СЭС, являются магистральные схемы. При этом ЭЭ от питающих сборных шин распределяется по магистрали, которая последовательно подводится к группам потребителей. Схема применяется, если расстояние между соседними группами потребителей значительно меньше, чем расстояние до питающих шин. Схемы с двухсторонним питанием наиболее надёжны, но применение их не рекомендуется из-за сложности релейной защиты и электроавтоматики (необходимость синхронной работы источников питания). Смешанные схемы представляют комбинации радиальных и магистральных схем.

Выбор схемы электроснабжения определяется: потребляемой объектом мощностью; категорией потребителей; графиками нагрузок и размещением их на объекте; наличием государственной энергосистемы; выданными техническими условиями энергосистемы; техническими требованиями к СЭС.

Потребители ПВР ПН можно разделить [2-3] на технические и технологические. Многообразие потребителей электроэнергии по назначению обуславливает широкий диапазон их параметров и требований к её качеству.

Техническими потребителями называются такие, которые предназначены для создания нормальных условий жизнеобеспечения пострадавшему населению и функционирования технологическому оборудованию: светильники освещения мест отдыха людей, электропривод насосных установок водоснабжения, электрические нагревательные приборы и др. Для каждой из групп потребителей могут быть построены графики нагрузок. Технические потребители относятся ко 2-й и 3-й категориям по надёжности питания. Особенности потребителей: продолжительность непрерывной работы и перерывов зависит от условий окружающей среды – времени года, суток, температуры воздуха и т.д.; допустимы кратковременные перерывы в их электроснабжении, длительные перерывы могут привести к нарушению жизнедеятельности людей и нормальных условий работы технологического оборудования; потребляемая мощность зависит от факторов внешней среды.

Технологическими потребителями называются такие, которые предназначены для обеспечения функционирования ПВР ПН и его системы электроснабжения: средства связи, электрооборудование мастерских по ремонту технических средств, электронно-вычислительные машины и др. Как правило, эти потребители относят к 1-й категории по надёжности питания. Каждый потребитель специфичен для функциональных зон ПВР ПН. Особенности потребителей: продолжительность непрерывной работы и перерывов в электроснабжении потребителей определяется работой обеспечивающих систем, зависимость от других факторов – времени года, суток, атмосферных условий незначительна; прекращение или прерывание электроснабжения могут явиться причиной нарушения устойчивого функционирования систем жизнеобеспечения; зависимость потребляемой мощности от внешних факторов незначительна.

Учёт особенностей и распределения потребителей по категориям надёжности питания (табл.1) важен при выборе схемы электрических соединений ПВР ПН и необходимого числа рабочих и резервных ИЭЭ. Для правильного выбора схемы электрических сетей и определения расчётных нагрузок потребители ЭЭ могут быть классифицированы по наиболее характерным группам:

- потребители трёхфазного тока напряжением до 1000 В, частотой 50 Гц (электроприводы вентиляторов, станков, компрессоров). Мощность их не превышает нескольких десятков киловатт. Напряжение питающей сети – 380/220 В;

- потребители однофазного тока напряжением до 1000 В частотой 50 Гц (осветительные установки и нагревательные устройства). Удельный вес осветительных установок значителен, так как они в сооружениях обеспечивает деятельность людей. Однофазная нагрузка должна равномерно распределяться между фазами, а несимметрия должна составлять не более 5-10 % [5];

- потребители постоянного тока (средства связи, устройства релейной защиты и автоматики). Для преобразования трёхфазного тока промышленной частоты 50 Гц в постоянный ток служат различные преобразовательные установки. Напряжение потребителей: 6; 12; 24; 48; 60; 110; 220; 440 В.

Таблица 1

Распределение потребителей электрической энергии

Категория	Наименование потребителей
1	Средства связи, другие технологические системы, аварийное освещение, собственные нужды дизельных электростанций в объёме, необходимом для автоматического поддержания агрегатов в готовности к пуску, сигнализация, управление и др.
2	Электроприводы насосов водоснабжения, отопительные устройства, собственные нужды дизельных электростанций, не вошедшие в 1-ю категорию
3	Бытовые потребители, вспомогательные механизмы

При организации электроснабжения пункта временного размещения пострадавшего населения необходимо в указанной последовательности определить: потребители электрической энергии и их мощности в каждом сооружении; расчётную мощность потребителей ПВР ПН; необходимое количество электростанций и их номинальные мощности; схему кабельной сети для подачи электрической энергии; позиции и оборудовать укрытия для электрических станций, их вспомогательного имущества и обслуживающего расчёта.

Электроснабжение пункта временного размещения пострадавшего населения является одним из элементов его инженерного оборудования. Пострадавшее население, обслуживающие расчёты, резервные средства связи размещаются, в зависимости от времени года и срока функционирования ПВР ПН, в палатках или в сооружениях, которые могут собираться из типовых, заранее подготовленных, элементов из дерева, железобетона и т.д. Потребителями ЭЭ в них являются светильники освещения, электродвигатели вентиляторов, электронагревательные приборы и др. В сооружениях рекомендуется применять

средства общего и местного освещения, для местного и аварийного освещения обычно используются различные переносные аккумуляторные фонари. Определение мощности для питания освещения рекомендуется [3] производить методом удельной мощности, при этом нормы удельной мощности будут различны, например, в помещениях для отдыха эта норма будет выше, чем для освещения входов или для помещений с кратковременным пребыванием людей.

При определении расчётной мощности и выборе ИЭЭ необходимо учитывать осветительную и силовую нагрузки ПВР ПН: зная количество его сооружений и функциональных зон, можно определить расчётную нагрузку и, затем, источники электрической энергии. Электроснабжение технологических потребителей может осуществляться от штатных передвижных ЭС.

Взаимное расположение сооружений на местности может быть разнообразным. В зависимости от состава ПВР ПН электроснабжение его может осуществляться от одной или нескольких ЭС, когда сооружения размещаются по функциональным зонам или группам. В этом случае каждая зона или группа должна получать питание от своей электростанции, которая, по возможности, должна располагаться в центре электрических нагрузок. Это относится и к группам потребителей, находящихся на значительном расстоянии друг от друга. Питание всех или нескольких групп от одной ЭС нецелесообразно, так как СЭС становится сложной из-за наличия протяженных кабельных сетей. Возможен и другой подход – размещать ИЭЭ в каждом сооружении, но тогда потребуется иметь большое количество ИЭЭ небольшой мощности и отдельные помещения в каждом сооружении для их установки, что не оптимально.

В целом комплекс электроустановок, состоящий из электростанций, подстанций, распределительных устройств, линий электропередачи (ЛЭП) к потребителям ЭЭ, связанных в одно целое общностью режима, непрерывностью производства и распределения ЭЭ, называется электрической системой [4]. Если выделить из электрической системы потребители ЭЭ в отдельную группу, то оставшиеся электроустановки образуют систему электроснабжения – часть электрической системы, состоящую из ИЭЭ и электрических сетей.

Таким образом, совокупность ИЭЭ с устройствами передачи, преобразования ЭЭ и электроприёмниками (ЭП) обладает признаками автономной минисистемы [2-3, 6-10]. Учитывая, что высокой мобильностью обладают системы электроснабжения на основе автономных ИЭЭ, каждый из которых обеспечивает работу своего потребителя, следует рассматривать систему электроснабжения ПВР ПН, как комплекс автономных мобильных минисистем электроснабжения, объединённых через потребителей ЭЭ единством целей, задач, места и времени, а также ремонтных органов и запасов ИЭЭ, обеспечивающих функционирование минисистем. Это требует разделения источников электрической энергии на источники, обеспечивающие ЭЭ потребителей системы жизнеобеспечения пострадавшего населения, и источники, обеспечивающие ЭЭ потребителей обеспечивающих комплексов. Именно такой подход должен быть положен в основу организации электроснабжения потребителей.

При этом источники электрической энергии для жизнеобеспечения пострадавшего населения отсутствуют и задача состоит в выборе ИЭЭ и их количества. Что касается второй группы потребителей, то, не считая жизнеобеспечения обслуживающего персонала, задача решается штатными ИЭЭ подвижных мастерских, комплексов управления и связи и др., – они удовлетворяют требованиям и их выбор ревизии не подлежит.

В зависимости от характера выполняемых задач, структуры ПВР ПН и принятой системы управления потребители ЭЭ организационно и технически объединяются в группы однотипных потребителей, под которыми понимается часть сил и средств системы электроснабжения, выполняющая однородную задачу. Организационно-техническое построение потребителей определяется их назначением и принципами построения системы электроснабжения.

Источники электроэнергии подразделяются по роду тока на источники переменного и постоянного тока. В качестве источников электроэнергии постоянного тока используются химические источники (аккумуляторы) и электроагрегаты, а в качестве источников переменного тока – однофазные и трёхфазные передвижные электроагрегаты и электростанции.

По способу распределения ЭЭ системы электроснабжения бывают автономные (децентрализованные), централизованные и групповые [2-3]:

- децентрализация электроснабжения – это тенденция, характеризующаяся автономностью питания групповых потребителей электрической энергии; мобильностью элементов СЭС и минимальной протяжённостью кабельной сети. Недостатки: низкая надёжность маломощных ИЭЭ, снижение их экономичности и увеличение численности персонала, обслуживающего ИЭЭ;

- под централизацией электроснабжения понимается объединение вокруг одного или минимального количества ИЭЭ максимально возможного количества потребителей. Способ характеризуется повышением надёжности и экономичности ИЭЭ, сокращением их количества и обслуживающего персонала. Недостатки: питание комплекса средств от одного ИЭЭ, при этом затрудняется рассредоточение объектов на местности и усложняется распределительная сеть; увеличение длины кабельной сети, её утяжеление и увеличение времени на развёртывание и свёртывание ИЭЭ; снижение мобильности из-за уязвимости разветвлённой сети и малого количества ИЭЭ. Централизация электроснабжения целесообразна при компактном размещении объектов, без дробления на более мелкие группы. Поэтому целесообразно применять групповые, автономные и, как исключение, централизованные СЭС;

- при групповом распределении ЭЭ на каждую группу потребителей, размещённых более компактно, организуется своя система электроснабжения, что при сохранении относительно высокой мобильности и экономичности значительно снижает недостатки, свойственные централизованной СЭС.

По назначению первичные ИЭЭ делятся на основные – источники, от которых предусмотрено электропитание потребителей в течение времени их работы, и резервные – источники, к которым подключаются потребители на время отключения основного источника питания.

По способу резервирования электропитания различают СЭС с автономным, централизованным и групповым резервированием: автономное резервирование предполагает наличие резервных ИЭЭ у каждого объекта; при централизованном резервировании создается общий резервный ИЭЭ, соответствующий по мощности основному; при групповом организуется несколько ИЭЭ, каждый из которых обеспечивает резервным питанием группу потребителей.

Передача и распределение ЭЭ от централизованных (групповых) ИЭЭ потребителям осуществляется по электрическим сетям, состоящим из линий электропередачи и распределительных устройств. Электропитающие линии могут прокладываться кабелем из комплекта электростанций.

В основу построения СЭС положены [2-3] следующие соображения: потребители ЭЭ вместе с электроагрегатом и кабельной сетью образуют автономные СЭС группы потребителей – количество их определяется количеством и потребляемой мощностью потребителей, размещением их на местности и требованиями по надёжности электроснабжения; распределительная сеть развёртывается силовым кабелем с использованием распределительных щитов из состава ЭС; развёртывание, функционирование и свёртывание ИЭЭ осуществляется согласно схеме под руководством начальника расчёта или центра электропитания. Удалённые потребители ЭЭ питаются от своих ИЭЭ.

Электрооборудованием в системе электроснабжения ПВР ПН могут быть:

- трансформаторные подстанции для преобразования и распределения ЭЭ, состоящие из трансформаторов и распределительных устройств, до и выше 1000 В. Применяются, как правило, трансформаторные подстанции с масляными трансформаторами от 100 до 1000 кВА на напряжение 10-6/0,4/0,23 кВ;

- воздушные ЛЭП для передачи и распределения ЭЭ. По исполнению ЛЭП бывают [5] воздушные и кабельные, а по величине напряжения передаваемой ЭЭ – до 1000 В и выше 1000 В. Преимущественно применяются кабельные ЛЭП. Воздушные ЛЭП используют для передачи ЭЭ от государственных или ведомственных энергосистем и для наружного и охранного освещения и выполняют неизолированными однопроволочными (на напряжение до 1000 В) и многопроволочными проводами (на все напряжения). Наибольшее применение имеют алюминиевые и стальные провода и их комбинации;

- кабельные ЛЭП, – наиболее простой является прокладка кабелей в траншеях на глубине 0,7-0,8 м, а при пересечении дорог – не менее 1 м, для соединения кабелей применяют различные соединительные муфты. При переходе кабельной ЛЭП в воздушную могут устанавливать мачтовые муфты. Трасса кабельной линии наносится на план местности и, при возможности, привязывается к капитальным сооружениям;

- распределительные устройства напряжением до 1000 В, устанавливаемые в центрах нагрузок в отдельных сооружениях, служащие для приёма и распределения ЭЭ. На них могут размещаться коммутационные, защитные аппараты, устройства защиты, автоматики, контроля и сигнализации. Распределительные пункты служат для приёма и распределения ЭЭ между электроприёмниками и группами однофазных и трёхфазных, силовых и осветительных ЭП;

- аппаратура управления электроприёмниками, которое может быть: местным ручным с помощью пусковой аппаратуры, установленной у ЭП; дистанционным с помощью пусковой аппаратуры в месте (местах), исключающем прямой контроль работы ЭП; автоматическим, обусловленным требованием системы автоматики технологического процесса, в котором участвует ЭП; комбинированным, позволяющим применять любой из способов управления. Местное ручное применяется, как правило, для маломощных потребителей (электрокалориферы), – в этом случае могут применяться пакетные переключатели, магнитные и кнопочные пускатели (для однофазных электродвигателей) и др. Аппаратура управления может быть встроенной или устанавливаться рядом с ЭП. Электроприёмники, расположенные на удалении или в разных местах, но связанные рабочим режимом (вентиляция рабочих помещений), управляются дистанционно дежурным персоналом. Автоматическое управление электроприёмниками предполагает течение процесса без участия человека (водоснабжение);

- оборудование системы электроосвещения, которое может быть наружным (освещение дорог, проездов) и внутренним (освещение хозяйственных, жилых и др. помещений). Тип оборудования для освещения определяется его назначением (общее, местное, дежурное, аварийное) [1, 3, 5], средой (наружная установка, влажность, пыльность, температура, пожаро- и взрывоопасность, агрессивность среды, возможность механического повреждения и др.), типом и мощностью источника света, характером помещения. Освещение дорог, проездов осуществляется светильниками с различными лампами (накаливания, ртутными и др.), сооружений и открытых площадей – прожекторами (типа ПЗС-35 с лампой 500 Вт, ПЗС-45 с лампой 1000 Вт и другими), которые могут устанавливаться на высоте до 30 м и группами до 16 шт. Аварийное освещение может устраиваться в помещениях, где необходимо продолжать работу, эвакуировать людей при отключении рабочего освещения, и в помещениях с постоянно работающими людьми численностью более 50; оно должно обеспечивать на рабочих местах освещённость не менее 10 % от нормальной освещённости, не менее 0,3 Лк на полу помещений и по линии основных проходов;

- осветительные установки – являются частью системы электроснабжения и по применяемому для их питания напряжению относятся к электроустановкам напряжением до 1000 В. Сопротивление изоляции групповой осветительной сети должно быть не ниже 0,5 МОм;

- устройства заземления [5]: заземление нейтралей силовых трансформаторов подстанций (сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом); повторное заземление нулевого провода низковольтных воздушных ЛЭП (общее сопротивление растеканию заземлителей должно быть не более 10 Ом); заземление для защиты от атмосферных напряжений – в зависимости от категорий объектов.

Система электроснабжения ПВР ПН, представляющая совокупность технических устройств для выполнения заданных функций, должна строиться так, чтобы обеспечивать безопасность, надёжность и удобство при эксплуатации, необходимое качество и бесперебойность электроснабжения.

Таким образом, основными принципами построения системы электроснабжения являются:

- создание системы электроснабжения в виде многоуровневой системы и соответствие уровня СЭС функциональной зоне ПВР ПН;

- определение, исходя из задач функциональной зоны и её оснащения техническими средствами, задач электроснабжения и, соответственно, комплекта электротехнических средств;

- выполнение задач электроснабжения более высоким уровнем в отношении себя и в интересах нижестоящего уровня, связь нижестоящего уровня с вышестоящим – через заявки на выполнение мероприятий;

- разделение ИЭЭ на обеспечивающие ЭЭ потребителей системы жизнеобеспечения пострадавшего населения и обеспечивающих комплексов;

- обеспечение потребителей обеспечивающих комплексов от ИЭЭ, параметры которых определены разработчиками. В отношении этих комплексов задачей электроснабжения является обеспечение их функционирования;

- создание комплекса ИЭЭ для жизнеобеспечения пострадавшего населения, который может быть штатным или нештатным;

- соответствие мощности ИЭЭ мощности потребителей электрической энергии и минимизация ИЭЭ по типам, роду тока, напряжению и частоте.

Система электроснабжения должна отвечать определённым требованиям. Обязательными для выполнения, наиболее общими и важными являются следующие технические требования, в частности, СЭС ПВР ПН должна:

- обладать заданной надёжностью, то есть обеспечивать потребителей ЭЭ необходимой мощности и требуемого качества в течение заданного промежутка времени. Свойство оценивается количественными показателями надёжности и достигается применением рациональной схемы электроснабжения объекта, обоснованным выбором типа и мощности ИЭЭ, резервированием элементов СЭС, применением надёжного оборудования;

- быть простой по устройству, что достигается применением унифицированного оборудования, устройств автоматического контроля и управления за работой электроустановок, и обеспечивать безопасность эксплуатации за счёт выполнения мероприятий, правил и инструкций по технике безопасности;

- обладать живучестью, то есть выполнять заданные функции при воздействии источников ЧС, – достигается размещением ИЭЭ, распределительных устройств и трансформаторов внутри сооружений, использованием кабельных ЛЭП, применением сейсмостойкого оборудования и специальных крепежных конструкций, защитой оборудования и линий от электромагнитного импульса;

- использовать кабельные ЛЭП вместо воздушных, осуществлять переход воздушных ЛЭП в кабельные при подходе к объекту, выносить питающие трансформаторные подстанции возможно дальше от объекта, и др.;

- быть экономичной по капитальным и эксплуатационным затратам. Уменьшение капитальных затрат достигается выбором рациональной схемы, исключением завышения сечений ЛЭП, применением типового оборудования, оптимальных параметров электроустановок, обоснованным резервированием ИЭЭ. Для снижения затрат нужно стремиться, чтобы электрооборудование было ремонтнопригодным, имело малое время на восстановление и техническое обслуживание, эксплуатация не требовала дорогостоящих горючесмазочных материалов, а численность обслуживающего персонала была минимальной, но соответствующей нормативным требованиям.

В требованиях к СЭС должны найти отражение следующие вопросы:

- назначение СЭС: для какого объекта проектируется; состав объекта и защищённость сооружений; расположение сооружений и расстояния между ними; предусматривается ли обслуживающий персонал и наличие объектов без обслуживания; продолжительность автономного режима работы;

- состав системы электроснабжения: необходимость внешней и внутренней части и использования внутренней части для резерва внешней части;

- источники ЭЭ с указанием их мощности в соответствии с расчётными электрическими нагрузками для сооружений и объекта в целом; группировки нагрузок, их максимальные и минимальные значения; целесообразное напряжение распределительной сети;

- категории потребителей ЭЭ по надёжности электроснабжения (уточнить необходимость установок гарантированного питания);

- требования к качеству электрической энергии по напряжению и частоте, колебаниям частоты и напряжения при питании потребителей от внешней части системы и резервных дизельных ЭС. Требования к качеству ЭЭ должны соответствовать ГОСТ, а ужесточение требований должно обосновываться;

- требования по надёжности электроснабжения, – должны включать значения коэффициента готовности и вероятности безотказной работы для определённой продолжительности работы. При отсутствии исходных данных должна быть указана необходимая продолжительность безотказной работы;

- требования к живучести системы электроснабжения;

- экономические требования: указывается цифра стоимости СЭС или необходимость выбора более дешёвого варианта;

- эксплуатационные требования, – предполагают требования безопасности и простоты эксплуатации, периодических регламентов и планируемого времени технического обслуживания.

Таким образом, обоснование требований к СЭС, их полнота и соблюдение принципов построения позволяют разработать схему электроснабжения ПВР ПН, от правильного выбора которой зависит надёжность электроснабжения потребителей, живучесть системы и другие технико-экономические показатели. Предлагаемый подход позволит оптимизировать численность и номенклатуру ИЭЭ и упростить организацию электроснабжения ПВР ПН.

Литература

1. **Седнев В.А.** Методика обоснования комплекса средств системы электроснабжения жизнеобеспечения войсковых формирований при полевом размещении // Электрификация металлургических предприятий Сибири. № 12. 2005. С. 285-291.
2. **Седнев В.А.** Техноценологические методы построения и управления развитием многоуровневых систем: монография. М.: Академия ГПС МЧС России, 2008. 132 с.
3. **Седнев В.А.** Методология оптимального управления и прогнозирования параметров электропотребления объектов // Труды 3-й междунар. конф. "Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2009". М: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. 2009. С. 250-268.
4. **Кудрин Б.И.** Электроснабжение промышленных предприятий: учеб. для студентов вузов. М.: Энергоатомиздат, 1995. 416 с.
5. **Федоров А.А.** Основы электроснабжения промышленных предприятий. М.: Энергия, 1972. 416 с.
6. **Седнев В.А.** Теоретические основы построения и управления развитием структуры средств системы жизнеобеспечения объектов // Электрика. 2009. № 7. С. 43-47.
7. **Седнев В.А.** Теоретические основы построения и управления развитием структуры средств системы жизнеобеспечения объектов // Электрика. 2009. № 8. С. 38-46.
8. **Седнев В.А.** Теоретические основы построения и развития электроэнергетического обеспечения объектов // Электрика. 2010. № 3. С.39-45.
9. **Седнев В.А.** Теоретические основы построения и развития электроэнергетического обеспечения объектов* // Электрика. 2010. № 4. С.35-40.
10. **Седнев В.А., Смуров А.В.** О повышении устойчивости электроэнергетического обеспечения субъектов Российской Федерации (часть 1) // Технологии техносферной безопасности. Вып. 4 (56). 2014. С. 122-131. <http://ipb.mos.ru/ttb>.