

*В.А. Седнев*

(Академия ГПС МЧС России; e-mail:sednev70@yandex.ru)

## **ОСОБЕННОСТИ ОБОСНОВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К СИСТЕМАМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПУНКТОВ ВРЕМЕННОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ПОСТРАДАВШЕГО НАСЕЛЕНИЯ**

*Обоснованы показатели эффективности для выбора вариантов системы электроснабжения объекта на примере пункта временного размещения пострадавшего населения.*

*Ключевые слова: потребитель электрической энергии, требования к системам электроснабжения, надёжность электроснабжения, критерии эффективности.*

*V.A. Sednev*

## **FEATURES OF SUBSTANTIATION REQUIREMENTS TO POWER SUPPLY SYSTEM OF THE OBJECT OF THE TEMPORARY ACCOMMODATION OF THE AFFECTED POPULATION**

*The performance indicators for the choice of the power supply system of the object on the example of the temporary accommodation of the affected population was substantiated.*

*Key words: the consumer of the electric energy, requirements to power supply systems, power supply reliability, efficiency criteria.*

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 7 ноября 2016 г.

В условиях научно-технического прогресса применение разнообразного технического и технологического оборудования невозможно без использования *электрической энергии (ЭЭ)*. При этом затраты на *систему электроснабжения (СЭС)*, её надёжную работу и удобство эксплуатации зависят, главным образом, от правильного проектирования. Поэтому ниже рассмотрены вопросы разработки требований к СЭС объекта, выбора вариантов СЭС, определения мощности *электрических станций (ЭС)*, капитальных затрат для варианта СЭС и др.

Разработка требований к СЭС объекта предполагает [1, 2]:

- учёт назначения объекта, для которого проектируется СЭС, анализ возможных схем его электроснабжения, общих требований к СЭС с учётом особенностей объекта. К ним относятся:

- высокая надёжность, то есть свойство обеспечивать потребителей электрической энергией требуемого качества и необходимой мощности в течение заданного времени. Это свойство оценивается [3, 4] показателями надёжности и достигается применением рациональной схемы электроснабжения, обоснованным выбором типа и мощности источников питания, резервированием элементов системы, применением надёжного оборудования;

- высокая живучесть, то есть свойство сохранять работоспособность под воздействием поражающих факторов, – достигается размещением источников питания, распределительных устройств и силовых трансформаторов внутри сооружений, использованием кабельных линий, применением крепёжных конструкций, использованием комплекса мер для защиты оборудования и линий;

- простота и безопасность эксплуатации СЭС, – достигается применением унифицированного оборудования, однотипных схем, автоматического управления и контроля за работой элементов СЭС, а также технических мер, предусмотренных правилами безопасности и специальными инструкциями;

- минимальное количество демаскирующих признаков, для чего целесообразно осуществлять переход воздушных *линий электропередачи (ЛЭП)* в кабельные при подходе к объекту; выносить питающие трансформаторные подстанции дальше от объекта; использовать для размещения источников ЭЭ защитные свойства местности и др.;

- экономичность СЭС по капитальным и эксплуатационным затратам [5, 6]. Для этого целесообразно использование типового оборудования, исключение завышения сечений кабельных и воздушных ЛЭП, применение обоснованного резервирования источников питания и других элементов СЭС. При выборе оборудования необходимо стремиться, чтобы эксплуатация его не требовала дорогостоящих материалов, чтобы оно было ремонтнопригодным, имело малое время на восстановление и техническое обслуживание;

• изложение технических требований к СЭС объекта, включающих:

- назначение СЭС с указанием, для какого объекта она создаётся; основные сооружения объекта, степень их защиты; расстояния между сооружениями; режимы деятельности объекта и их продолжительность; продолжительность режима автономии, наличие объектов без постоянного обслуживания;

- состав СЭС с указанием, для каких целей служат её части и в каких режимах они используются, пояснить может ли внутренняя часть СЭС служить резервом для внешней части, определить степень защиты внутренней части;

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

- категории потребителей ЭЭ и их ориентировочные мощности;

- требования к качеству ЭЭ по напряжению и частоте, колебаниям частоты и напряжения при питании потребителей от внешней части системы и резервных дизельных электрических станций. Длительность переходных процессов и коэффициент искажения формы кривой напряжения указывается при наличии *установок гарантированного питания (УГП)* [7]. Требования к качеству ЭЭ должны соответствовать ГОСТ, а при ужесточении требований они должны обосновываться. Численные значения показателей могут быть выбраны в соответствии с нормами строительного проектирования;

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

- эксплуатационные требования, предполагающие простоту и безопасность эксплуатации и периодические регламенты технического обслуживания;

- требования к маскировке СЭС (при необходимости);

- экономические требования с указанием стоимости СЭС.

Располагая составом пункта *временного размещения пострадавшего населения (ПВР ПН)*, расположением его элементов на местности и разработав технические требования к СЭС, необходимо обосновать варианты СЭС, при этом число её вариантов должно быть не менее двух.

Рассмотрим вопросы выбора источников *электрической энергии (ИЭЭ)*, построения схемы распределения ЭЭ, расчёта мощности резервных электрических станций, электрической сети, надёжности и живучести вариантов СЭС, капитальных затрат и выбора оптимального варианта СЭС.

### **1. Выбор источников электрической энергии**

Для каждого варианта СЭС необходимо выбрать источники питания (для внешней и внутренней частей СЭС – их местоположение и количество) и составить схему распределения ЭЭ. Количество возможных ИЭЭ и их местоположение определяют схему электрической сети объекта, и наоборот – схема электрической сети определяет местоположение ИЭЭ. Система электроснабжения, при возможности, должна состоять из внешней и внутренней частей:

- внешняя часть используется при питании от государственной энергосистемы и включает трансформаторные подстанции энергосистемы;

- внутреннюю часть составляют электроустановки, участвующие в производстве, передаче и распределении ЭЭ при питании от автономных источников. В качестве автономного ИЭЭ можно рассматривать резервную (защищённую или незащищённую) дизельную ЭС. Если электроснабжение объекта нецелесообразно осуществлять от одной автономной электростанции, то должны предусматриваться автономные ИЭЭ на каждом элементе (функциональной зоне или в каждом сооружении).

Для электроснабжения элементов ПВР ПН, работающих эпизодически, в качестве автономных могут быть выбраны также передвижные ЭС.

*Электроприёмники (ЭП)*, в соответствии с Правилами устройства электроустановок, делятся на три категории по надёжности питания. Принадлежность ЭП к категории определяет необходимое число ИЭЭ:

- электроприёмники I-й категории должны получать питание от двух независимых источников – перерыв в их электроснабжении допускается только на время автоматического ввода резервного питания. При этом под независимым ИЭЭ понимается источник питания объекта, который обеспечивает подачу напряжения при исчезновении его на других источниках [7];

- электроприёмники II-й категории также рекомендуется обеспечивать ЭЭ от двух независимых источников питания. При наличии централизованного резерва допускается питание ЭП по линии с одним трансформатором. Допустимый перерыв в электроснабжении определяется временем действия обслуживающего персонала по включению резервного питания;

- электроприёмники III-й категории допускают перерыв в питании на время восстановления электроснабжения путём ремонта или замены вышедшего из строя элемента СЭС, но не более одних суток.

## 2. Построение схемы распределения ЭЭ в СЭС

К внешней части СЭС не предъявляются требования живучести, что позволяет выполнять линии электропередачи воздушными и кабельными. Распределение ЭЭ может осуществляться по радиальным, магистральным или смешанным схемам [2, 4, 8] – правильным применением этих схем можно решить электроснабжение любой категории потребителей. При выборе схемы распределения ЭЭ необходимо обосновать возможность использования её в системе электроснабжения объекта или в схеме электроснабжения отдельного сооружения, привести принципиальную схему электрических соединений для разрабатываемых вариантов, указать достоинства и недостатки схемы.

Предлагаемые варианты должны содержать принципиальные отличия, а сравнение их необходимо производить по показателям надёжности, живучести (при необходимости) и капитальным затратам. Так, повышения надёжности СЭС можно достичь сокращением числа элементов в ней и упрощением схемы; применением различных способов резервирования и элементов СЭС с лучшими характеристиками безотказности и ремонтпригодности. Снижения капитальных затрат можно достичь, например, за счёт: сокращения числа кабельных (воздушных) линий и их протяжённости, конструктивного исполнения воздушных ЛЭП, выбора менее дорогих кабелей, сокращения числа электроагрегатов, выбора их с более низкой степенью автоматизации и расположения, по возможности, вне защищённых сооружений.

На стадии проектирования СЭС не всегда удаётся достигнуть улучшения всех показателей – в каком-то из вариантов удаётся улучшить, например, надёжность, а показатель живучести остаётся таким же, как и предыдущем варианте, то есть ожидается повышение капитальных затрат.

## 3. Определение мощности подстанции (при использовании) и резервных электрических станций

После определения количества источников питания необходимо определить их единичную мощность. Выбор мощности осуществляется по расчётной мощности объекта. Рекомендации по определению мощности ЭС сложны, поэтому предлагается при выборе единичной мощности *электроагрегатов (ЭА)*:

определить оптимальную величину коэффициента резерва

$$K_p = \frac{P_{уст.}}{P_{р.ст.}},$$

где  $P_{уст.}$  – установленная мощность ЭС;  
 $P_{р.ст.}$  – расчётная нагрузка ЭС.

Для одноагрегатных ЭС ( $n = 1$ )  $K_p = 1$ . Возможное расширение нагрузок учитывается расчётной нагрузкой электростанций, а не коэффициентом резерва, тем более что увеличение мощности ЭА не повышает надёжности питания электроприёмников. Для многоагрегатных ЭС ( $n > 1$ ) [7]:

если нет потребителей, которые можно отключить при аварийном выходе  $l$ -агрегатов ( $l$  – количество ЭА, при выходе из строя которых ЭС сохраняет способность обеспечивать ЭЭ деятельность объекта), то

$$K_p = \frac{n}{n-l},$$

где  $n$  – количество источников питания на ЭС (с учётом резервных), предназначенных для работы в режиме максимальной нагрузки объекта;

если есть возможность в аварийном режиме отключить потребителей мощностью  $P_{p.откл.}$ , то

$$K_p = \frac{n}{n-l} \left( 1 - \frac{P_{p.откл.}}{P_{p.ст.}} \right);$$

определить номинальную мощность агрегата:

для одноагрегатных ЭС ( $n = 1, K_p = 1$ ):  $P_{ном.агр.} = P_{p.ст.}$ ;

для многоагрегатных ЭС ( $n > 1, K_p \neq 1$ ):

$$P_{ном.агр.} = \frac{K_p P_{p.ст.}}{n}.$$

Затем проводится проверка по режиму минимальной нагрузки

$$0,3 \sum_1^m P_{ном.агр.} \leq P_{p.ст.миним.},$$

где  $m$  – количество ЭА для режима минимальной нагрузки (обычно  $m = 1$ );

$P_{p.ст.миним.}$  – расчётная минимальная нагрузка ЭС.

С некоторым запасом должно соблюдаться соотношение:

$$P_{ном.агр.} \leq \frac{2P_{p.ст.миним.}}{m}.$$

Если условие не выполняется, то необходимо увеличить число ЭА на ЭС или выбрать ЭА меньшей номинальной мощности.

Расчёт рабочих ЭС аналогичен рассмотренному алгоритму, но всегда принимается  $n \geq 2$ , так как один ЭА должен быть в резерве. Выбор мощности трансформаторов производится по нормальному и аварийному режимам [9].

#### 4. Расчёт электрической сети (сечений линий)

Расчёт сечений выполняется по экономической плотности тока с проверкой по допустимой потере напряжения. Проверка рассчитанных сечений по нагреву не производится, так как при расчётах по экономической плотности тока это требование выполняется.

Для выбора сечений проводов и жил кабелей необходимо определить максимальный расчётный ток линии [1, 2]:

$$I_{расч.} = \frac{P_{расч.}}{\sqrt{3}U_H \cos \varphi},$$

где  $P_{расч.}$  – расчётная мощность нагрузки, кВт;

$U_H$  – номинальное напряжение линии электропередачи, кВ;

$\cos \varphi$  – расчётный коэффициент мощности объекта (сооружения) (средневзвешенный коэффициент мощности объектов, присоединяемых к электрическим сетям энергосистемы, должен быть 0,92-0,95).



При определении сечения по экономической плотности тока расчётный ток линии определяется для нормального режима работы линии, увеличение нагрузки при аварийных режимах не учитывается.

Экономически целесообразное сечение ( $\text{мм}^2$ ) определяется по расчётному току линии  $I_{\text{расч}}$  (А) и экономической плотности тока  $J_{\text{эк}}$  (А/мм<sup>2</sup>):

$$F_{\text{эк}} = \frac{I_{\text{расч}}}{J_{\text{эк}}}.$$

Правила устройства электроустановок определяют численные значения экономических плотностей тока в зависимости от материала провода и кабеля и продолжительности использования максимума нагрузки (рекомендуется принимать 3000-5000 часов в год). Полученное в результате расчёта сечение определяется до ближайшего стандартного.

Принятые сечения проводов и жил кабелей необходимо проверить по допустимой потере напряжения:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_{\text{расч}} \cdot l (r_0 \cdot \cos \varphi + x_0 \cdot \sin \varphi),$$

где  $l$  – длина линии, км;

$r_0, x_0$  – удельное активное и индуктивное сопротивление провода или кабеля, Ом/км;

$\cos \varphi$  – коэффициент мощности нагрузки линии;

$\sin \varphi$  – определяется по таблицам тригонометрических функций по заданному значению  $\cos \varphi$ .

Рассчитанную величину потери напряжения следует сравнить с допустимой, – если сечение провода или жилы кабеля не удовлетворяет требованиям, его необходимо увеличить и заново выполнить проверку по допустимой потере напряжения. При этом потеря напряжения на всех участках линии до наиболее удалённого объекта (сооружения) должна определяться как сумма потерь напряжения на отдельных участках, то есть должно выполняться условие:

$$\sum_{i=1}^n \Delta U_i \% \leq \Delta U_{\text{доп}} \%.$$

## **5. Расчёт надёжности системы электроснабжения**

Надёжность СЭС – свойство соответствовать своему назначению, обеспечивая ЭП электроэнергией в достаточном количестве и требуемого качества в течение времени выполнения объектом своих задач. Основная задача теории надёжности – расчёт показателей надёжности, позволяющий сравнивать варианты СЭС, задавать требования по надёжности, выявлять наименее надёжные элементы, разрабатывать оптимальные схемы электроснабжения. Основные показатели надёжности могут быть определены по известным формулам.

## **6. Расчёт живучести вариантов СЭС (при необходимости)**

Исследование живучести внутренней защищённой части СЭС ПВР ПН может быть проведено методом статистического моделирования, сущность которого заключается в многократном воспроизведении случайных величин, характеризующих воздействие поражающих средств. В результате расчёта возможно при однократном воздействии по сооружению оценить вероятность

сохранения работоспособности или безотказной работы СЭС и внутреннего электрооборудования сооружения для случая, когда строительные конструкции сооружения не разрушаются и технологические системы не поражаются. Расчёт живучести СЭС определяется полнотой и достоверностью данных о характеристиках системы и внутреннего оборудования сооружения. При этом отдельными элементами СЭС следует считать источники питания (ЭА, аккумуляторные батареи, УГП, преобразователи), распределительные устройства или их секции. Так как ЭП допускают перерывы в электроснабжении для пуска остановившегося ЭА или включения отключившихся выключателей, то расчётным показателем живучести СЭС является сохранение работоспособности.

### 7. Определение капитальных затрат

Выбор рационального варианта СЭС происходит при наложении ограничений, так как невозможно одновременное увеличение всех параметров, благоприятно влияющих на её эффективность. Например, стремление увеличить надёжность работы СЭС [10] приводит к необходимости резервирования её элементов и увеличению стоимости установленного оборудования [3, 5].

В общем случае затраты на СЭС:

$$З = К + С,$$

где  $К$  – капитальные (единовременные) затраты:

$$К = К_p + К_{п} + К_g + К_{скл} + К_{сmp} + К_m + К_n;$$

где  $К_p$  – расходы на разработку;

$К_{п}$  – расходы на серийное производство;

$К_g$  – расходы на доставку;

$К_{скл}$  – складские расходы;

$К_{сmp}$ ,  $К_m$ ,  $К_n$  – стоимость строительных, монтажных и наладочных работ;

$С$  – текущие затраты на СЭС (в расчёте на год эксплуатации):

$$С = С_{оп} + С_{кр} + С_{отр} + С_{пэ}.$$

где  $С_{оп}$  – затраты на содержание обслуживающего персонала;

$С_{кр}$  – затраты на капитальный ремонт;

$С_{отр}$  – затраты на текущий ремонт и обслуживание;

$С_{пэ}$  – стоимость потерь ЭЭ.

Критерием экономичности схемы электроснабжения может быть минимум приведённых затрат, тыс. руб./год:

$$З = P_{норм} К + С,$$

где  $P_{норм}$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений (для СЭС – 0,12).

Точное получение составляющих затрат затруднительно из-за отсутствия достоверных данных, связанных со спецификой ПВР ПН и его объектов, поэтому в качестве экономического критерия можно принять только капитальные затраты, так как при сравнении вариантов текущие затраты мало влияют на конечный результат – важны не сами приведённые затраты, а их соотношение, и укрупнённые показатели стоимости элементов СЭС учитывают затраты на строительные-монтажные и погрузочно-разгрузочные работы, транспортировку, сооружение фундаментов и др., то есть являются достаточно полными.

## 8. Выбор оптимального варианта системы электроснабжения

Для выбора варианта системы электроснабжения могут быть использованы следующие показатели и критерии эффективности:

отражающие уровень выполнения поставленных задач при равных или заданных затратах. В качестве критерия эффективности можно использовать максимум вероятности выполнения СЭС своих задач:

$$P_3 = \text{макс.}, \text{ при } Z < Z_0,$$

где  $Z_0$  и  $Z$  – заданные и фактически необходимые затраты, тыс. руб.

Критерий эффективности можно использовать, когда в требованиях к СЭС значения показателей надёжности и живучести не задаются, а указываются лишь затраты на создание СЭС. Эти затраты могут быть заданы в результате определения укрупнённых показателей стоимости элементов СЭС;

определяющие уровень затрат при равных или заданных технических характеристиках. Критерием эффективности может быть минимум годовых расчётных затрат на СЭС при заданной вероятности выполнения своих задач  $P_0$ :

$$Z = \text{мин.}, \text{ при } P_3 \geq P_0.$$

Годовые расчётные затраты пропорциональны капитальным затратам, поэтому можно определять только капитальные затраты. Критерий целесообразно использовать для ответственных объектов. В этом случае в требованиях к СЭС должны быть заданы показатели надёжности и живучести или вероятность выполнения СЭС своих задач;

зависящие от соотношения объёма выполняемых задач и необходимых для этого затрат. Для случая частных показателей СЭС выражение для критерия эффективности может иметь вид [7]:

$$E = \frac{P_3}{1 + \frac{K_3}{K_{об}}} = \text{макс.},$$

где  $K_3$  – капитальные затраты на СЭС;

$K_{об}$  – капитальные затраты на строительную часть объекта и оборудование, исключая СЭС.

Критерий можно использовать, когда в технических требованиях к СЭС показатели надёжности и живучести не задаются. При этом рекомендуется определение капитальных затрат на строительную часть объекта и оборудование, исключая СЭС:

$$K_{об} = \frac{K_{эл}}{(0,15 \div 0,20)},$$

где  $K_{эл}$  – капитальные затраты на СЭС для I-го варианта.

Капитальные затраты на строительную часть объекта и его оборудование, исключая СЭС, должны приниматься одинаковыми для рассматриваемых вариантов СЭС объекта.

С учётом изложенного критерий эффективности I-го варианта СЭС:

$$E_1 = \frac{P_{эл}}{1 + (0,15 \div 0,20)} = \frac{P_{эл}}{(1,15 \div 1,20)}.$$



Критерии эффективности II-го и III-го вариантов СЭС (при необходимости – каждого последующего) вычисляются по формулам:

$$E_{II} = \frac{P_{эII}}{1 + \frac{K_{эII}}{K_{об}}}; \quad E_{III} = \frac{P_{эIII}}{1 + \frac{K_{эIII}}{K_{об}}}.$$

При определении вероятности выполнения СЭС своих задач нужно учитывать значение, режимы и периоды работы объекта и объекты условно можно разделить на следующие группы:

выполняющие задачи продолжительно. Объем выполняемых СЭС задач зависит, главным образом, от продолжительности функционирования объекта, и при отказе СЭС их объем лишь сокращается соответственно продолжительности перерыва в электроснабжении объекта. Срыва в выполнении задач объекта не происходит. К этой группе можно отнести объекты связи, системы обслуживания и ремонта. Для них:

$$P_э = K_Г \cdot \Gamma \cdot P_a \left( \frac{t_a}{2} \right),$$

где  $K_Г$  – коэффициент готовности;  $\Gamma$  – вероятность сохранения работоспособности внутренней части СЭС (живучести);

$P_a \left( \frac{t_a}{2} \right)$  – вероятность выполнения СЭС своих задач в течение времени,

равного половине периода автономности.

Если в период автономности безотказная работа СЭС необязательна (система восстанавливаемая), то вероятность выполнения СЭС своих задач:

$$P_э = K_Г \Gamma K_{га},$$

где  $K_{га}$  – коэффициент готовности СЭС в период автономности;

выполняющие задачи кратковременно, поэтому задачи могут быть и не выполнены. Перерыв в электроснабжении, независимо от его продолжительности, приводит к невыполнению объектом задач. Для них:

$$P_э = K_Г \Gamma P_\delta(t_\delta),$$

где  $P_\delta(t_\delta)$  – вероятность безотказной работы внутренней части СЭС в течение времени  $t_\delta$  выполнения задачи.

Если рабочий режим начинается не сразу после функционирования объекта, а спустя некоторое время, то вероятность выполнения СЭС своих задач:

$$P_э = K_Г \cdot \Gamma \cdot P_a \left( \frac{t_a}{2} \right) P_\delta(t_\delta).$$

Если  $t_\delta \ll t_a$ , то:

$$P_э = K_Г \cdot \Gamma \cdot P_a \left( \frac{t_a}{2} \right).$$

Для восстанавливаемой СЭС:

$$P_э = K_Г \cdot \Gamma \cdot K_{га} P_\delta(t_\delta).$$

Если на объектах этих групп предполагается использовать установки гарантированного питания, то вероятность выполнения СЭС своих задач:

$$P_{э} = K_{г} \cdot \Gamma \cdot K_{га} \cdot P_{угп} \left( \frac{t_{\alpha}}{2} \right),$$

где  $P_{угп} \left( \frac{t_{\alpha}}{2} \right)$  – вероятность безотказной работы УГП в течение времени, равного половине периода автономности;

выполняющие свои задачи продолжительно, но важность этих задач в различные промежутки времени неравноценна. Соответственно и значение отказов зависит от периодов времени, в которые они произошли. К этой группе объектов могут быть отнесены бани, хранилища и др. Определив, к какой из перечисленных выше групп по режиму работы ближе заданные объекты, можно воспользоваться приведёнными зависимостями для вычисления вероятности выполнения СЭС своих задач.

Реализация предлагаемого подхода позволяет обосновать оптимальный вариант СЭС ПВР ПН и любых других объектов, в том числе при размещении в полевых условиях.

### 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.** Методология оптимального управления и прогнозирования параметров электропотребления объектов // Труды 3-й междунац. конф. "Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2009". Учреждение Российской академии наук Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. 2009. С. 250-268.
3. **Седнев В.А., Чердниченко С.В.** Предложения по обеспечению надёжности электроснабжения пункта временного размещения пострадавшего в ЧС населения // Технологии техносферной безопасности. Вып. 4 (68). 2016. С. 149-154. <http://ipb.mos.ru/ttb>.
4. **Седнев В.А., Чердниченко С.В.** Научно-методический подход организации электроснабжения пунктов временного размещения пострадавшего населения // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. № 3. 2016. С. 61-75.
5. **Седнев В.А., Смуров А.В.** Научно-методический подход поддержки принятия должностными лицами РСЧС решений на реализацию мероприятий по обеспечению электроэнергетической безопасности субъектов Российской Федерации в условиях чрезвычайных ситуаций // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2014. № 6. С. 24-43.
6. **Седнев В.А., Смуров А.В.** Методика принятия должностными лицами РСЧС решения на резервирование элементов электроэнергетических систем регионов и мероприятия по повышению надёжности их функционирования и электроснабжения потребителей // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. № 2. 2015. С. 100-114.
7. **Качалов А.Г., Наумов В.В., Скачков Ю.Н., Турчин Ю.П.** Методические указания к выполнению курсового проекта на тему "Электроснабжение военного объекта". Калининград, КВИУИВ им. А.А. Жданова, 1982. 88 с.
8. **Седнев В.А., Смуров А.В.** Методика обоснования мероприятий для обеспечения электроэнергетической безопасности субъектов Российской Федерации в различных режимах функционирования РСЧС // Пожары и ЧС: предотвращение, ликвидация. № 3. 2016. С. 50-55.
9. **Быстрицкий Г.Ф., Кудрин Б.И.** Выбор и эксплуатация силовых трансформаторов: учебное пособие для студентов вузов. М.: изд. центр "Академия", 2003. 174 с.
10. **Седнев В.А., Можяев Н.С., Удинцев Д.Н.** Модуль управления регулированием и распределением электроэнергии // Измерительная техника. 1996. № 10. 4 с.