

*В.А. Седнев*

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

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЦЕНОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ**

*Показана возможность применения техноценологического подхода для развития электроэнергетического обеспечения и разработаны предложения по обеспечению электро-энергетической эффективности экономики и безопасности территорий.*

*Ключевые слова: техноценологический подход, электроэнергетическая безопасность.*

*V.A. Sednev*

## **APPLICATION TECHNOSERVICES APPROACH TO ENSURE ELECTRICITY SECURITY AREAS**

*The possibility of application technoservices approach for the development of electric power components and developed proposals to ensure electricity efficiency of the economy and security areas.*

*Key words: technoservices approach, electricity safety.*

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 8 октября 2015 г.

Общее количество элементов электротехнического комплекса в регионе, территориально-промышленном комплексе, области настолько велико, что можно говорить о существовании неперечислимого арифметического множества (порядка  $10^{11}$ ). Такая система элементов определена как техноценоз – размытое в пространстве и времени самоорганизующееся бесконечное множество слабосвязанных и слабовзаимодействующих изделий, организационно структурируемых [1, 2].

Количество устанавливаемых в систему разнообразных групп *электротехнических средств (ЭТС)* и оборудования, которые характеризуются усложнениями и качественными изменениями, за исключением периодов катастроф (войн), постоянно увеличивается, поэтому важно снижение затрат на обслуживание и ремонт технических изделий. В этих условиях определение номенклатуры средств является еще более актуальным, если учесть, что на их долю на объекте приходится до 70 % потребляемой и вырабатываемой *электроэнергии (ЭЭ)*.

*Система электроснабжения (СЭС)* объекта является большой сложной системой, управление которой опирается как на классические законы электротехники, так и на системные кибернетические представления и ценологические, использующие идеи отбора, самоорганизации, негауссовости. Электроснабжение объектов предусматривает выполнение задач, содержание которых ограничивается перечнем на каждом уровне СЭС, и для успешного их решения необходимы исходные данные по *источникам электроэнергии (ИЭЭ)* и их параметрам, что должны определять потребители системы.

Общая оценка количества ЭТС и изделий в звене "территориально-промышленный комплекс" показывает, что при решении вопросов электрообеспечения приходится иметь дело с множеством средств, качественные изменения и рост количества которых выявили тенденцию формирования объектов, заключающуюся в переходе от укомплектования изделиями с жесткими параметрами, опирающимися на механику и электротехнику, к построению **техноценозов** – технических систем, состоящих из случайно выбранных элементов.

В техноценозе замена изделия на функционально близкое другого вида возможна в широких пределах, но отказ отдельной детали в изделии приводит к отказу системы-изделия (жесткость связей), а в системе отказ изделия не отражается на её функционировании в целом. Время жизни ценоза бесконечно велико? по сравнению со временем эксплуатации конкретного изделия, которое больше времени выпуска изделия как вида.

Традиционно наука и практика рассматривала электропотребление на уровне крупных (0,1 % всех объектов), средних (0,9 %) и малых (9 %) объектов, остальные 90 % миниобъектов, питающихся со второго уровня электроэнергетической системы на напряжении 0,4 кВ, учитывая отсутствие на таких объектах электротехнического персонала, выпали из расчётов параметров электропотребления и мероприятий по энергосбережению. Поэтому для решения задач электроэнергетического обеспечения объектов предлагается другой методический инструмент – **техноценологический метод**, в основе которого лежит взгляд на СЭС объектов как на взаимосвязанные совокупности технических систем. Причем имеются основания утверждать, что СЭС объектов обладают техноценологическими свойствами. Поступающее в систему электрооборудование сертифицировано и состоит из стандартных изделий, но совокупность их оказывается не унифицированной и характеризуется тем, что изделия, близкие по назначению, различны по техническим параметрам и условиям обслуживания. Новые виды изделий поступают в системы и вместе со старыми также образуют техноценозы. Явление сосредоточения различного в системе (ассортица) объясняется отсутствием целенаправленного воздействия на формируемую систему, что, с ценологической точки зрения, определяет также индивидуальный характер ремонта и является главной причиной избыточных затрат на эксплуатацию.

Подход, основанный на рассмотрении СЭС в качестве техноценологической системы, позволяет управлять её формированием на основе объективных закономерностей. Под ценозом предлагается понимать [1, 2] ограниченную в пространстве и времени взаимосвязанную совокупность, обладающую слабыми связями и включающую совокупность ЭТС отдельно взятой системы (объекта), состоящую из изделий, каждое из которых считается элементом, далее неделимым. Это любое выделенное единство, включающее множество изделий, однотипных по назначению. Техноценологические модели основаны на изучении видовой структуры и взаимодействии видов, при этом система рассматривается как состоящая из случайным образом попавших в неё элементов.

Для техноценозов не действуют закон больших чисел и центральная предельная теорема. Для них существует направленность развития, исключая обратимость (во времени) и определяемая действием закона информационного отбора. Техноценозы относятся к классу систем, для которых математическое ожидание не имеет смысла, а дисперсия может быть сколь угодно большой.

При этом доказано наличие устойчивых  $H$ -распределений, отражающих видовую структуру установленного при рассмотрении как техноценозов объектов типа район, город, регион и других [3]. Ключевыми понятиями теории являются техноценоз, исследуемое семейство изделий, элемент-особь, вид, каста, ранговое и видовое  $H$ -распределение.

Семейство – таксономическая категория, например, семейство трансформаторов. Особь – выделяемый и далее неделимый элемент ценоза (система автономного электроснабжения или отдельные ИЭЭ). Вид – основная структурная единица в систематике изделий, образующих техноценоз. Для отнесения изделия к виду необходимо охарактеризовать его качественной характеристикой – тип (наименование) и количественной, например, величиной мощности. Вид – электростанция ЭБ 2-ВО, а счётное количество представителей одного вида – особь. Популяция – группа изделий (особей) одного вида. Каста – группа, в которой каждый вид представлен равным количеством особей. В ценозе существуют одна ноева (редкая) каста, где каждый вид представлен одной особью (изделием), и саранчовые касты, каждая из которых содержит по одному виду и достаточно велика.

Исследование ценозов осуществляется следующим образом: ценоз выделяется в пространстве и времени как система и предполагает одновременное выделение исследуемого семейства, неделимого единичного элемента – особи, вида и отнесение каждой особи к какому-либо виду, – на этом этапе составляется перечень электрооборудования ценоза; из ценоза выделяется семейство элементарных объектов, далее неделимых, и строятся модели взаимодействия видов и особей, распределения видов по повторяемости.

Структура изделий, образующих техноценоз, по повторяемости видов устойчива и определяется параметрами гиперболического  $H$ -распределения. Ценологические свойства систем, проявляющиеся в устойчивости гиперболического  $H$ -распределения, обнаруживаются с десятков элементов. Для исследованных ценозов не известны отклонения от  $H$ -распределения при 100-200 элементах, идеальная кривая реализуется при количестве элементов 1000-1200. Результаты исследований позволяют сделать следующие выводы: не существует единственной кривой  $H$ -распределения для заданного количества видов ЭТС и отсутствует теоретически идеальная кривая для фиксированного количества особей; для всех ценозов видовое распределение существует, закон его одинаков и соответствует математическому аппарату устойчивых законов безгранично делимых распределений.

С точки зрения оптимизации структуры, устойчивость и эффективность системы тем выше, чем большим разнообразием элементов она характеризуется; с точки зрения унификации и ремонта, необходимо поднять показатель повторяемости вида, а ноеву касту уменьшить.

Саранчёвые виды не являются видами, характеризующими ценоз; качественное сравнение двух ценозов основано на сравнении видов, группирующихся возле точки  $R$ , количество сравниваемых видов определяется размерами ценоза и медленно возрастает с увеличением каст, поэтому выбирать нужно именно эти виды, определяющие эффективность системы: сравнение систем количественно производится по системе показателей, качественно – по видам-представителям. Ноева каста не подлежит уничтожению, она превращает систему в законченное целое, поэтому общесистемные позиции требуют увеличения разнообразия и освоения новых видов. Учитывая аксиоматику теории техноценозов [1, 2, 4], унификации должны подвергаться часто встречающиеся виды ИЭЭ. Система электроснабжения объектов обладает техноценологическими свойствами, её структура устойчива и описывается видовыми и ранговыми распределениями, которые отражают действие закона информационного отбора и могут быть применены как к вопросам, связанным с созданием СЭС объектов и её управлением, так и к системе технического обслуживания и ремонта.

Количественные величины, описывающие исследуемые объекты, характеризуются вероятностными распределениями, определяющими вероятность события, соответствующую рассматриваемому значению *случайной величины (СВ)*  $x$ . Для конечного числа разных выборок из генеральной совокупности возможно для каждой рассчитать среднее  $\bar{X}$  и получить распределение этих средних на множестве выборок. Если для распределения существуют конечные среднее и дисперсия, то при устремлении объёма выборки к бесконечности распределение выборочного среднего стремится принять форму распределения Гаусса. Гауссовость распределений проявляется в слабой зависимости моментов от объёма выборки и результатов анализа от объёма выборки. Выборочные моменты порядка  $n$ , зависящие от  $J$  и  $x_0$  (максимальное и минимальное значения выборки),

$$M^{(n)} = \frac{\sum_{x_0}^J (X - \bar{X})^n n(x)}{\sum_{x_0}^J n(x)},$$

для гауссовых распределений с ростом объёма выборки устремляются к своим конечным пределам, поэтому к гауссовым распределениям применим аппарат статистики моментов. Статистические распределения множества ЭТС по повторяемости видов совпадают с классом ципфовых стационарных (не содержащих времени), имеющих моменты

$$M^{(n)} = \begin{cases} \frac{\alpha \ln (J/x_0)}{1/x_0^\alpha - 1/J^\alpha}, & \alpha = n; \\ \frac{\alpha}{\alpha - n} \frac{1/x_0^{\alpha-n} - 1/J^{\alpha-n}}{1/x_0^\alpha - 1/J^\alpha}, & \alpha \neq n. \end{cases}$$

При расчётах суммирование заменяется интегрированием в предположении, что выборочные распределения совпадают с распределением генеральной совокупности. Параметр  $\alpha$  совпадает с параметром  $b$  частотной формы видового распределения. Для бесконечной совокупности моменты порядка  $n$  видового распределения бесконечны, для конечной – моменты растут с увеличением  $J$ , и эта зависимость тем существеннее, чем меньше  $J$  и  $\alpha$ . С ростом объёма выборки значения  $J$  и  $M^{(n)}$  увеличиваются.

Средняя повторяемость видов есть выборочное среднее, оценка математического ожидания

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{N_0} \left[ \frac{W(i)}{\sum_{i=1}^{N_0} W(i)} i \right]}{\sum_{i=1}^{N_0} \left[ \frac{W(i)}{\sum_{i=1}^{N_0} W(i)} \right]} = \frac{\sum_{i=1}^{N_0} \left[ \frac{i W(i)}{S} \right]}{\sum_{i=1}^{N_0} \left[ \frac{W(i)}{S} \right]} = \frac{\frac{1}{S} \sum_{i=1}^{N_0} (i W(i))}{\frac{1}{S} \sum_{i=1}^{N_0} W(i)} = d .$$

Выборки описываются тем же распределением, что и генеральная совокупность, но распределение выборки может отклоняться от распределения генеральной совокупности (тем больше, чем меньше объём выборки). Моменты видового распределения эксплуатируемых средств зависят от объёма выборки и при устремлении последнего к бесконечности неограниченно растут. Так как в ряде случаев моменты заданного аналитически распределения вычислить трудно, но требуется знать вид распределения, то определяется асимптотика распределения при  $x \rightarrow \infty$ :

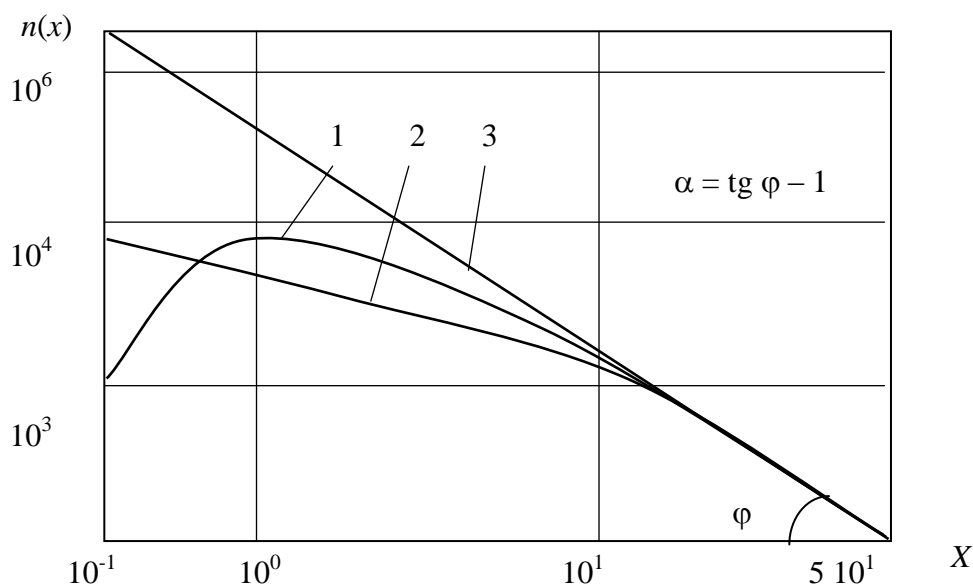
$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{d \lambda n n(x)}{d \lambda n(x)} = \begin{cases} -(1 + \alpha), & \text{видовое} \\ -\infty, & \text{гауссово} \end{cases}$$

что позволяет различать распределения независимо от того, заданы они аналитически или графически.

Видовые распределения имеют острый угол наклона асимптоты при  $x \rightarrow \infty$  к оси абсцисс и его величина определяет  $\alpha$  (рис. 1), гауссовы при  $x \rightarrow \infty$  имеют касательные, наклонные к оси абсцисс под прямым углом [2].

На выборках конечного объёма касательные к кривым при больших значениях переменных наклонены к оси абсцисс под значительными углами, что соответствует большим значениям  $\alpha$  и позволяет различать гауссовы и видовые распределения, переход между которыми совершается непрерывно. Основываясь на зависимости моментов видовых распределений ЭТС от объёма выборки, их роста при устремлении выборки к бесконечности и результатов проверки по критерию Колмогорова следует, что совокупность выборок и видовых распределений, являющаяся репрезентативной, не принадлежит нормальному закону распределения и к ней не применим аппарат моментов гауссовой статистики.





**Рис. 1.** Частотная форма негауссовых распределений (логарифмические координаты):  
 1 – обобщённое распределение Парето; 2 – распределение Коши;  
 3 – *H*-распределение электродвигателей

Кривая распределения видов ЭТС по повторяемости асимметрична: имеет пик около малочисленных видов и длинный хвост в сторону многочисленных, что отражает механизм формирования сложных и устойчивых систем. Рассеивание ЭТС в группе малочисленных видов и их концентрация в диапазоне многочисленных – особенность распределения, свидетельствующая о внутренних закономерностях функционирования системы.

Приложения математической статистики и теории вероятностей базируются на предельных теоремах о сходимости распределений сумм одинаково распределенных случайных независимых величин к определенным законам [10]. В основе их лежит схема суммирования случайных величин, количество которых стремится к бесконечности, а при определенных условиях распределение суммы этих величин сходится к предельному распределению. Среди безгранично делимых законов есть класс устойчивых законов. Обобщение понятия нормального распределения (как предельного для суммы СВ с конечной дисперсией) приводит к понятию устойчивого распределения, включающего СВ с бесконечной дисперсией. Распределение называется устойчивым, если композиция двух таких распределений приводит к распределению такой же формы, что и у свертываемых, то есть, если для любых  $a_1 > 0, b_1, a_2 > 0, b_2$  найдутся такие  $a > 0$  и  $b$ , что при всех  $x$ :

$$F(a_1x + b_1) * F(a_2x + b_2) = F(ax + b). \quad (1)$$

Свёртка распределений  $f_1(\xi_1)$  и  $f_2(\xi_2)$  является распределением суммы  $\eta = \xi_1 + \xi_2$  случайных величин  $\xi_1$  и  $\xi_2$ , описываемых свертываемыми распределениями. Исследования групп ИЭЭ показали, что структура всех выборок подчиняется видовому  $H$ -распределению, при этом случайным признаком принималась численность вида, а объём выборки определялся количеством видов. Таким образом, форма функций распределения отлична от функций распределения нормального закона и при одинаковости характера  $H$ -распределений в композиции выполняет условие (1). Из определения устойчивых распределений вытекает уравнение, решение которого получается путем перехода от композиции распределений к произведению характеристических функций, что позволяет свести интегральное уравнение к функциональному и приводит к закону Гаусса как устойчивому с конечной дисперсией или к семейству негауссовых устойчивых распределений с бесконечной дисперсией. Решение последнего уравнения дает логарифм характеристической функции  $f(t)$  искомого устойчивого закона:

$$\log f(t) = i\gamma^* t - c|t|^\alpha \left\{ 1 + i\beta^* \frac{t}{|t|} \omega(t, \alpha) \right\},$$

где  $0 < \alpha \leq 2$  – характеристический показатель;

$-1 \leq \beta^* \leq 1$  – показатель асимметрии;

$c, \gamma^*$  – масштабные коэффициенты:

$$\omega(t, \alpha) = \begin{cases} \operatorname{tg} \frac{\pi}{2} \alpha, & \alpha \neq 1; \\ \frac{2}{\pi} \log |t|, & \alpha = 1. \end{cases}$$

Основным параметром устойчивых распределений является характеристический показатель  $0 < \alpha \leq 2$ , определяющий быстроту сходимости распределения. При  $\alpha = 2$  в качестве предельного выступает нормальное распределение (дисперсия конечна), при  $1 < \alpha < 2$  – устойчивые распределения негауссова типа (дисперсия бесконечна), при  $0 < \alpha \leq 1$  – устойчивые распределения не имеют дисперсий и математического ожидания. Расходимость моментов устойчивых негауссовых распределений, приводящая к увеличению разброса СВ, по сравнению с гауссовыми законами, означает увеличение вероятности больших отклонений: случайные величины могут находиться так далеко от эмпирического среднего, что понятие среднего теряет смысл, и часты случаи, когда одно значение соизмеримо со всей суммой, и, наоборот, возможна совокупность малых значений. То есть, негауссовы распределения не обеспечивают выполнения закона больших чисел и центральной предельной теоремы в части сходимости первых двух моментов к конечным величинам, хотя обеспечивают сходимость частоты и вероятности. Оценка случайных значений параметров негауссовых распределений затруднена в связи с тем, что выражения плотностей устойчивых законов отсутствуют, за исключением случаев распределений:  $\alpha = 2$  – нормальное;  $\alpha = 1,5$  – Хольцмарка;  $\alpha = 1$  – Коши;  $\alpha = 0,5$  – Леви;  $\alpha = 0$  – вырожденное.

При этом видовые распределения ЭТС сходятся к устойчивым распределениям с характеристическим показателем  $\alpha < 2$ . Совпадение распределений видов эксплуатируемых ЭТС по повторяемости с асимптотикой негауссовых устойчивых распределений безгранично делимых законов свидетельствует о том, что рассматриваемая закономерность является теоретическим законом, имеющим математическую базу в виде теории устойчивых распределений. Сохранение формы суммарной кривой видового распределения, по отношению к разным группам ЭТС, есть ещё одно доказательство устойчивости структуры, что позволяет принимать решения по различным классам задач.

Таким образом, распределение элементов по повторяемости видов описываются функцией  $H$ -распределения, относящейся к устойчивым негауссовым распределениям, а видовое распределение, как относительная частота появления касты, может использоваться для исследования структуры ЭТС и соответствует математическому аппарату устойчивых распределений [5-6].

Основными критериями устойчивости структуры СЭС являются: общий показатель, характеризующий систему в целом, – площадь под кривой  $H$ -распределения (суммарное электропотребление в рассматриваемый период  $t$  (в ранговом варианте)); обобщённый, характеризующий разнообразие объектов, – ранговый показатель  $\beta$ ; показатель, характеризующий структуру множества ЭТС и изделий –  $\alpha$ . Показатель  $\beta(t)$  отражает изменения в структуре электропотребления и позволяет оценить устойчивость структуры в пределах  $1 \leq \beta \leq 2$ : рост  $\beta$  означает увеличение разрыва в объёмах электропотребления между энергообразующими объектами и остальными.

Использование закономерностей развития систем позволяет решать задачи энергосбережения объектов и оценивать возможности развития и функционирования подсистем по величине рангового коэффициента.

Надёжность прогноза повышается применением уравнения баланса динамики рангового  $H$ -распределения [7-8], позволяющего уточнить расчёты потребностей в ЭЭ классическими способами прогноза, а для реализации мероприятий энергосбережения целесообразно выделять 3 группы объектов: крупные (первая точка распределения); средние поинтер-касты и малые виртуальной касты. Устойчивость ранговой поверхности и взаимная согласованность траекторий электропотребления объектов требуют учёта особенностей формирования нагрузки объектов при прогнозировании электропотребления административно-хозяйственной единицы.

Объекты первой точки являются энергообразующими и влияют на электропотребление остальных объектов. Модели электропотребления объектов поинтер-касты, значения коэффициентов их уравнений и преобладающие факторы индивидуальны. Прогнозирование видов электротехнических средств позволяет определить их количественные и качественные характеристики, что также способствует оптимальной организации их ремонта, даст объём ремонтных работ и снизит возможный ущерб. Система моделей позволяет получить



количественную оценку совокупности редко и часто встречающихся видов средств, а синтез прогнозных моделей – информацию об изменении численности каждого вида в рамках структуры, перечень конкретных средств, их количество и периодичность появления в системе.

Устойчивость моделей доказывает объективность предлагаемого подхода и позволяет использовать их для исследования и создания СЭС малых объектов [9]. В зависимости от местоположения объектов на кривой рангового  $H$ -распределения ценоз оказывает различное влияние на траекторию электропотребления объектов [2-9]. Для реализации подхода к построению СЭС малых объектов необходимо создать информационную базу данных мест размещения малых объектов (отдельное сооружение, часть сооружения) и на схему размещения (земельный участок) наложить технические условия на подключение объектов к энергоснабжающей организации.

Система электроснабжения малого объекта может включать определяемый разработчиком состав (источник питания, схему присоединения, способ передачи электрической энергии, альтернативный (резервный) ИЭЭ, систему учёта, способы экономии ЭЭ и др.), являющийся достаточным для удовлетворения ЭЭ потребителей объекта (уровень достаточности может задаваться после определения этого состава). При проектировании и создании подсистем объектов параметры для расчёта СЭС задаёт не эксплуатирующее подразделение, а внешняя энергоснабжающая организация и административно-территориальный орган, на территории которого находится объект, поэтому развитие малых объектов опережает технические условия на присоединение их к энергоснабжающей организации, что ограничивает рост их электропотребления и не позволяет развиваться. Подход к построению СЭС малых объектов должен основываться на следующих положениях:

1. Формирование СЭС должно осуществляться на основе групп потребителей ЭЭ, выделенных по  $H$ -распределению. Структуризация электропотребления объектов по видам деятельности уточняет расчёты и повышает контроль за удельными нормами расхода ЭЭ.

2. Использование независимых (принадлежащих потребителю) ИЭЭ с оптимизацией их количества по группам мощностей на основе  $H$ -распределений потребления ЭЭ и максимальной нагрузки объектов.

3. Построение СЭС должно основываться на стандартном, задаваемом составе, который не должен меняться при изменении потребителей, различных по назначению, но размещаемых на той же территории, и включать: категорирование потребителей по надёжности и качеству ЭЭ и обеспечение надёжности электроснабжения потребителей за счет дополнительных ИЭЭ, обеспечиваю-

щих автономное резервное питание; средства повышения качества ЭЭ; релейную защиту и автоматику, обеспечивающую возможность работы локальных систем автономно и параллельно с энергосистемой, что предусмотрено для объектов, имеющих потребители I категории по надежности питания; выбор источников питания и электрооборудования; систему учёта и контроля потребления ЭЭ.

4. Изменение порядка проектирования и условий подключения потребителей к сетям энергоснабжающих организаций должно основываться на ведущей роли СЭС и второстепенности назначения объекта. Объекты при новом появлении проходят один и тот же путь развития и эффект от них проявляется через хозяйственную деятельность. При этом необходимо разрабатывать перспективный план развития электроэнергетики региона на основе прогноза развития сложившейся системы и учёта тенденций развития структур СЭС в рамках *H*-распределений.

Таким образом, разработанные предложения по применению техноценологического подхода для управления электропотреблением объектов и обоснования состава систем электроснабжения способствуют развитию электроэнергетического обеспечения объектов и повышению электроэнергетической безопасности территорий страны.

#### **Литература**

1. **Кудрин Б.И.** Введение в технетику. Томск: изд-во Томск. гос. ун-та, 1993. 552 с.
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.** Техноценологическая теория и её значение для устойчивого и эффективного развития Российской Федерации // Промышленная энергетика. 2015. № 9. С. 32-37.
4. **Кудрин Б.И., Седнев В.А., Воронов С.И.** Семнадцать лекций по общей и прикладной ценологии: монография. М.: Академия ГПС МЧС России, РАН, 2014. 227 с.
5. **Седнев В.А.** Теоретические основы построения и управления развитием структуры средств системы жизнеобеспечения объектов // Электрика. 2009. № 7. С. 43-47.
6. **Седнев В.А.** Теоретические основы построения и управления развитием структуры средств системы жизнеобеспечения объектов // Электрика. 2009. № 8. С. 38-46.
7. **Седнев В.А.** Методология оптимального управления и прогнозирования параметров электропотребления объектов // В сборнике "Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2009". Труды третьей Международной конференции. Учреждение Российской академии наук Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. 2009. С. 250-268.
8. **Седнев В.А., Смуров А.В.** О повышении устойчивости электроэнергетического обеспечения субъектов Российской Федерации (часть 2) // Технологии техносферной безопасности. Вып. 5 (57). 2014. С. 142-152. <http://ipb.mos.ru/ttb>.
9. **Седнев В.А.** Ценологический подход к обоснованию и прогнозированию электроэнергетического жизнеобеспечения войск // Электрика. 2007. № 12. С. 16-25.
10. **Хинчин А.Я.** Предельные законы для сумм независимых случайных величин. М.-Л.: ОНТИ, 1938. 116 с.