

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.133.16>**МОДЕЛЬ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ РЕГИОНА**

Научная статья

Бурлов В.Г.¹, Полюхович М.А.^{2,*}, Идрисова Д.И.³¹ORCID : 0000-0001-7603-9786;²ORCID : 0000-0003-2722-5552;¹ Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Российская Федерация^{2,3} Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (mpolyukhovich[at]gmail.com)

Аннотация

Подверженность системы электроснабжения региона воздействию гидрометеорологических факторов обусловлена расположением воздушных линий электропередачи на открытой местности различных климатических районов. В результате такого воздействия происходят периодические перерывы в электроснабжении объектов, что приводит к различным негативным последствиям для социальной и экономической сфер государства. Цель исследования – выбор и обоснование условий обеспечения безопасности электроснабжения региона. Устойчивое электроснабжение потребителей электрической энергией требует построение системы обеспечения безопасности электроснабжения региона на основе системной интеграции процессов обеспечения безопасности. Для этого необходимо использовать закон сохранения целостности объекта с применением методов декомпозиции, абстрагирования и агрегирования. В ходе научного исследования получена модель геоинформационного управления безопасностью электроснабжения региона. На её основе предложены модели предъявления требований к кадровому составу и техническому оснащению процессов идентификации и нейтрализации угрозы нарушения электроснабжения региона. Отмечено, что для достижения цели деятельности по бесперебойному электроснабжению целесообразно подбирать техническое оснащение в зависимости от установленного показателя безопасности.

Ключевые слова: модель решения человека, угроза нарушения электроснабжения, системообразующий фактор, системная интеграция, естественно-научный подход.

A MODEL FOR GEO-INFORMATION MANAGEMENT OF REGIONAL ELECTRICITY SUPPLY SECURITY

Research article

Burlov V.G.¹, Polyukhovich M.A.^{2,*}, Idrisova D.I.³¹ORCID : 0000-0001-7603-9786;²ORCID : 0000-0003-2722-5552;¹ Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russian Federation^{2,3} Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg, Russian Federation

* Corresponding author (mpolyukhovich[at]gmail.com)

Abstract

Exposure of the power supply system of the region to hydro-meteorological factors is due to the location of overhead power lines in the open terrain of different climatic areas. As a result of such impact, there are periodic disruptions in power supply to facilities, which leads to various negative consequences for the social and economic spheres of the state. The aim of the study is to select and substantiate conditions for ensuring security of electricity supply in the region. The stable electric power supply of consumers with electric power requires the construction of the system of security of electric power supply of the region on the basis of system integration of security processes. For this purpose it is necessary to use the law of integrity preservation of object with application of decomposition, abstraction and aggregation methods. As a result of scientific research, a model of geoinformation management of security of power supply in the region has been obtained. On its basis, models of requirements to personnel and technical equipment of processes of identification and neutralization of threat of disturbance of power supply of region are proposed. It is noted, that for achievement of the purpose of activity on uninterrupted power supply, it is expedient to select the technical equipment depending on the established indicator of safety.

Keywords: human decision-making model, threat of electricity supply disruption, system factor, system integration, natural science approach.

Введение

Электроснабжение – основа жизнедеятельности региона [1], так как представляет собой процесс передачи электрической энергии от источника до потребителей. К числу потребителей относятся объекты производственной, социальной и рыночной инфраструктуры. Для обеспечения устойчивого развития общества данные объекты должны функционировать в определённые временные рамки без перерывов, вызванных отсутствием электроснабжения. Поступление электрической энергии на объекты региона осуществляется воздушными линиями электропередачи (ВЛЭП). При повреждении ВЛЭП возникают перерывы в электроснабжении. Они имеют периодический характер и в большинстве своем вызваны воздействием гидрометеорологических факторов на ВЛЭП [2], [3], [4]. Причиной наиболее масштабных отключений электроснабжения потребителей в осенне-зимний период практически на всей

территории России является суммарная нагрузка от гололедно-изморозевого отложения (ГИО) и ветра [4], [5], [6], к тому же большинство ВЛЭП выработало свой срок службы [7], [8]. Таким образом, возникает проблема обеспечения безопасности электроснабжения региона. Под «безопасностью электроснабжения региона» согласно Доктрине об энергетической безопасности (Указ Президента РФ от 13 мая 2019 г. № 216) понимается свойство объекта (ВЛЭП), которое характеризует способность объекта сохранять свое предназначение (электроснабжение потребителей региона) в процессе жизненного цикла в условиях деструктивных воздействий гидрометеорологических факторов.

В настоящее время в области обеспечения безопасности электроснабжения в условиях обледенения ВЛЭП выделяются:

- направление автоматизированных [9], [10] и автономных [11], [12] систем электроснабжения;
- направление информационно-измерительных систем контроля параметров ВЛЭП [13], применение нейронных сетей [14], [15];
- направление автоматизированных систем комплексного анализа надежности отдельных элементов системы [16], [17].

Установлено, что первое направление не в полной мере решает поставленную задачу по формированию процесса проявления угрозы нарушения электроснабжения. Второе направление не в полной мере позволяет решать задачу по формированию процесса идентификации угрозы нарушения электроснабжения. Третье направление не в полной мере позволяет решать задачу по формированию процесса нейтрализации угрозы нарушения электроснабжения. Это вызвано в первую очередь тем, что текущая система обеспечения безопасности электроснабжения региона (СОБЭР) (рис. 1) не основана на системной интеграции процессов обеспечения безопасности, существует их разобщенность. Таким образом, наблюдается несоответствие результатов деятельности ожиданиям лица, принимающего решение (ЛПР). Между процессами, представленными на рис. 1, отсутствует связь, что не позволяет в полной мере гарантировать достижение цели.

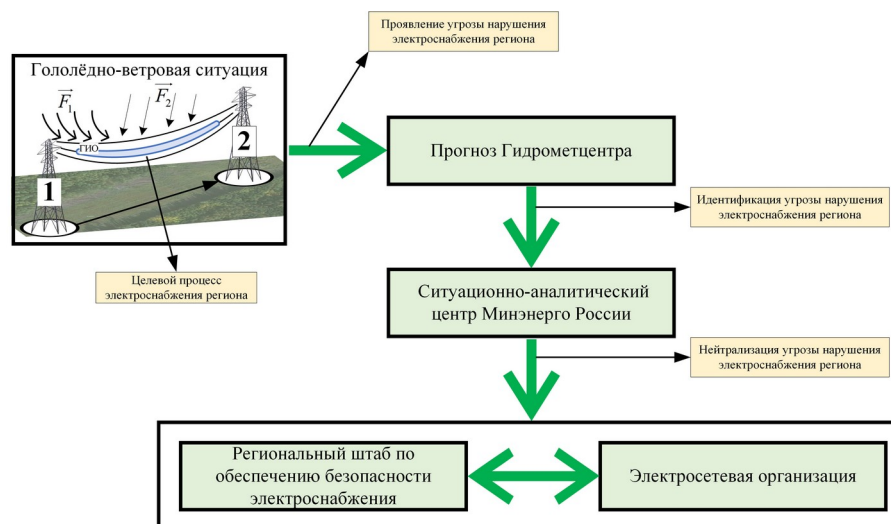


Рисунок 1 - Структурная схема СОБЭР:

F_1 – нагрузка, создаваемая воздействием ветра; F_2 – нагрузка, создаваемая собственным весом провода и ГИО

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.133.16.1>

Проведенный анализ научных работ [5], [18], [19], [20] показал, что в основном процесс обеспечения безопасности электроснабжения региона рассматривается как решение прямой задачи, а она в не полной мере позволяет достигать цели деятельности. Для рассматриваемой задачи нужно решать обратную задачу, используя условие существования процесса обеспечения безопасности электроснабжения региона. Только системная интеграция процессов целевой деятельности, проявления угрозы, идентификации угрозы, нейтрализации угрозы в интересах обеспечения требуемого уровня безопасности позволит получить это условие.

В основе деятельности, в том числе по обеспечению безопасности электроснабжения региона, лежит решение человека (ЛПР) [21]. Человек (ЛПР) работает с тремя категориями: система, модель, предназначение (результат) [22]. Из теории функциональных систем Анохина П.К. можно утверждать, что объекты окружающего мира, созданные для удовлетворения потребностей человека, есть следствие реализации модели решения главного конструктора. Отсюда следует, что необходимо разработать математическую модель решения человека, которая является условием существования процесса обеспечения безопасности электроснабжения региона.

В известных публикациях, рассматривающих вопросы построения и реализации решения, как в прошлом, например, работы академика АН СССР и РАН Моисеева Н.Н. [21], Орловского С.А. [23], так и настоящего времени, например, работы член-корреспондента РАН Новикова Д.А. [24], под решением обычно понимается «выбор альтернатив». Для этого зачастую использовался аппарат теории игр, нелинейного программирования и т.п. Но как отмечали известные системотехники В.В. Дружинин, Д.С. Конторов, подход на основе «выбора альтернатив» страдает концептуальной неполнотой [25]. А это на практике приводит к тому, что результат деятельности не соответствует ожиданиям ЛПР.

Если руководствоваться методологией построения правильно построенной системы [26], [27], то необходимо реализовывать схему, представленную на рис. 2а. В настоящее время в известных публикациях представлены результаты формирования модели решения на базе схемы на рис. 2б. Модели решения, полученные по этой схеме, страдают концептуальной неполнотой и зачастую не позволяют гарантированно достигать цели деятельности.

Поэтому в настоящей работе мы рассмотрим возможность построения модели на базе схемы, представленной на рис. 2а. Это позволит разрабатывать модели решения задач различных видов деятельности, гарантирующих достижение цели деятельности. В рамках данного исследования под системообразующим фактором (СОФ) понимается условие существования процесса обеспечения безопасности электроснабжения региона.

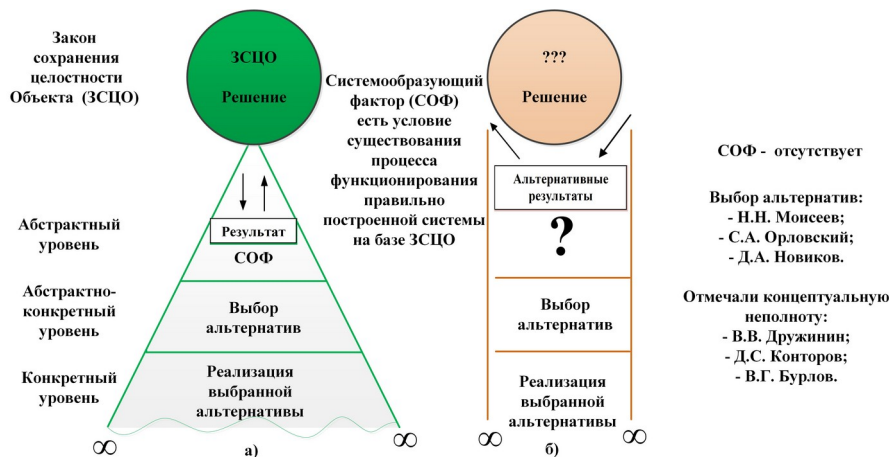


Рисунок 2 - Системообразующий фактор как условие существования процесса функционирования правильно построенной системы

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.133.16.2>

С целью обеспечения безопасности электроснабжения региона ЛПР необходимо получать требуемые характеристики гололедно-ветровой ситуации (ГВС) на рассматриваемой территории. Такими возможностями обладает геоинформационная система (ГИС) [28], [29], база данных которой содержит технико-технологические данные (ТТД) об объектах электроэнергетической отрасли и пространственные географические данные (ПГД) о погодных условиях. Данные ГИС описывают состояние окружающей среды не только в текущий момент времени, но и с определенной точностью на ближайшие несколько дней [30], [31].

Вышеприведенная совокупность факторов определяет актуальность настоящей работы. Целью данного научного исследования является выбор, обоснование и реализация условий обеспечения безопасности электроснабжения региона при деструктивном воздействии гидрометеорологических факторов.

Для решения поставленной задачи необходимо разработать на основе модели решения человека модель геоинформационного управления (ГИУ) безопасностью электроснабжения региона.

Под ГИУ понимается создание условий реализации возможностей объекта управления на базе применения информационных ресурсов в виде пространственных географических и технико-технологических данных.

Методы и принципы исследования

Методология – наука о методах, предназначение которой дать исследователю условие существования процесса, с которым он работает [32], [33].

Человек в процессе деятельности по обеспечению безопасности электроснабжения региона работает с четырьмя процессами:

- целевой процесс (электроснабжение региона);
- процесс проявления угрозы нарушения электроснабжения региона;
- процесс идентификации угрозы нарушения электроснабжения региона;
- процесс нейтрализации угрозы нарушения электроснабжения региона.

Для формирования условия существования процесса обеспечения безопасности необходимо осуществить системную интеграцию четырех вышеприведенных процессов с показателем безопасности. Синтез математической модели решения осуществляется на основе разработанной методики трансформации вербальной модели в формальную (математическую).

Методика трансформации вербальной модели в формальную заключается в регламентации состояний базовых процессов принципами трехкомпонентности познания, целостности, познаваемости [34], [35].

В соответствии с разработанным естественно-научным подходом (ЕНП) [36] каждый процесс должен быть представлен тремя компонентами, соответствующим свойствам «Объективность», «Целостность» и «Изменчивость» (или понятиям «Объект», «Предназначение» и «Действие» соответственно). На рис. 3. представлена структурная схема развёртывания содержания понятия «Решение».

1. Следствие применения принципа целостности. Эти три компонента располагаются по горизонтали. С одной стороны, они могут интерпретироваться в трёх различных уровнях познания мира (абстрактном, абстрактно-конкретном, конкретном) [37].

2. Следствие применения принципа трёхкомпонентности познания. Такой подход определяет наличие трёх уровней по вертикали: методологический, методический, технологический.

На схеме показано, что мир человек познаёт через три базовых свойства. Это «Объективность», «Целостность», «Изменчивость». ЛПР работает с категорией «Процесс». Поэтому «Решение» представляется на методологическом уровне как процесс в виде взаимосвязанных компонентов «Объект», «Предназначение», «Действие». На методическом уровне «Объекту» соответствует «Проблема». «Действию» соответствует «Идентификация проблемы», потому что «Идентификация» основана на выявлении факта проявления энергии. «Предназначению» соответствует «Нейтрализация проблемы», так как «Нейтрализация» возможна только в случае соответствия результатов «Идентификации» сущности «Проблемы». Это подтверждает факт выявления причинно-следственных связей. На технологическом уровне «Решение» как «Процесс» представляется в виде связи трёх компонентов. Это «Обстановка», «Информационно-аналитическая работа», «Решение». «Обстановка» – факторы и условия, в которых осуществляется деятельность. «Информационно-аналитическая работа» – непрерывное добывание, сбор, изучение, отображение и анализ данных об обстановке. «Решение» – условие реализации предназначения объекта управления.

Представив «Решение» в виде связи трёх рассмотренных компонентов, перейдём к разработке структурной схемы развёртывания содержания процесса синтеза математической модели «Решения».

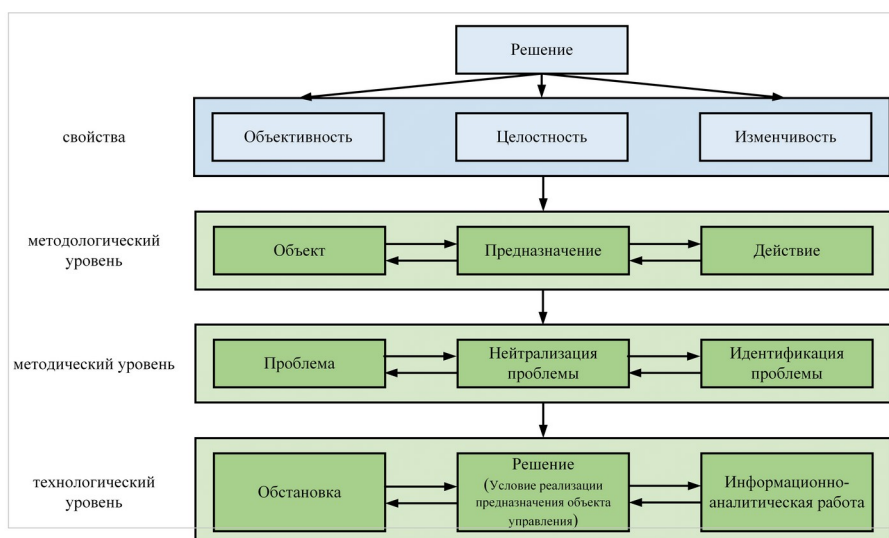


Рисунок 3 - Структурная схема развёртывания содержания категории «Решение» как процесса

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.133.16.3>

На рис. 4. представлена структурная схема интерпретации процесса синтеза адекватной математической модели «Решения». Для синтеза модели применим методы декомпозиции, абстрагирования и агрегирования.

3. Следствие применения принципа познаваемости. Применяя метод декомпозиции, «Решение» представим в виде трёх взаимосвязанных компонентов. Это «Обстановка», «Информационно-аналитическая работа», «Решение». Основой такой связи является закон сохранения целостности объекта (ЗСЦО). ЗСЦО – это устойчивая, объективная, повторяющаяся связь свойств объекта и действия при фиксированном предназначении [35]. Опять следствие применения принципа целостности. Применяя метод абстрагирования, мы формируем три элемента, соответствующих элементам, полученным на основе декомпозиции.

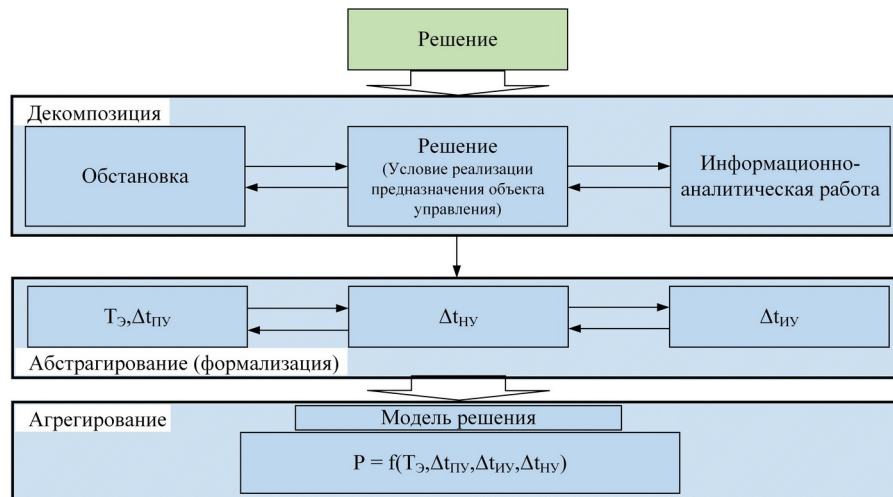


Рисунок 4 - Структурная схема интерпретации процесса синтеза математической модели «Решения»
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.133.16.4>

Основные результаты

В настоящем исследовании «Обстановка» описывается двумя процессами:

- целевой процесс (электроснабжение региона);
- процесс проявления угрозы нарушения электроснабжения региона.

Математической моделью целевого процесса является среднее время целевого процесса $T_{\text{э}} = f_0(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n, \alpha_{n+1}, \dots, \alpha_m)$ (рис. 5), где вектор $\vec{\alpha}_T = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n, \alpha_{n+1}, \dots, \alpha_m)$ характеризует состояния целевого процесса деятельности ЛПР. $\alpha \in G_{\alpha}$, где G_{α} – ограниченное замкнутое множество. Совокупность характеристик состояний $(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$ представляет собой набор технико-технологических данных, а совокупность характеристик состояний $(\alpha_{n+1}, \dots, \alpha_m)$ – набор пространственных географических данных.

Математической моделью процесса проявления угрозы является среднее время проявления угрозы $\Delta t_{\text{пу}} = f_1(x_1, x_2, \dots, x_a, x_{a+1}, \dots, x_b)$ (рис. 5), где вектор $\vec{x}_T = (x_1, x_2, \dots, x_a, x_{a+1}, \dots, x_b)$ характеризует состояния процесса проявления угрозы. $x \in G_x$, где G_x – ограниченное замкнутое множество. Совокупность характеристик состояний (x_1, x_2, \dots, x_a) представляет собой набор технико-технологических данных, а совокупность характеристик состояний (x_{a+1}, \dots, x_b) – набор пространственных географических данных.

«Действие» («Информационно-аналитическая работа») описывается процессом идентификации угрозы. Математической моделью процесса идентификации угрозы является среднее время идентификации угрозы $\Delta t_{\text{иу}} = f_2(y_1, y_2, \dots, y_c, y_{c+1}, \dots, y_d)$ (рис. 5), где вектор $\vec{y}_T = (y_1, y_2, \dots, y_c, y_{c+1}, \dots, y_d)$ характеризует состояния процесса идентификации угрозы. $y \in G_y$, где G_y – ограниченное замкнутое множество. Совокупность характеристик состояний (y_1, y_2, \dots, y_c) представляет собой набор технико-технологических данных, а совокупность характеристик состояний (y_{c+1}, \dots, y_d) – набор пространственных географических данных.

«Предназначение» («Решение») описывается процессом нейтрализации угрозы. Математической моделью процесса нейтрализации угрозы является среднее время нейтрализации угрозы $\Delta t_{\text{ну}} = f_3(z_1, z_2, \dots, z_e, z_{e+1}, \dots, z_f)$ (рис. 5), где вектор $\vec{z}_T = (z_1, z_2, \dots, z_e, z_{e+1}, \dots, z_f)$ характеризует состояния процесса нейтрализации угрозы. $z \in G_z$, где G_z – ограниченное замкнутое множество. Совокупность характеристик состояний (z_1, z_2, \dots, z_e) представляет собой набор технико-технологических данных, а совокупность характеристик состояний (z_{e+1}, \dots, z_f) – набор пространственных географических данных.

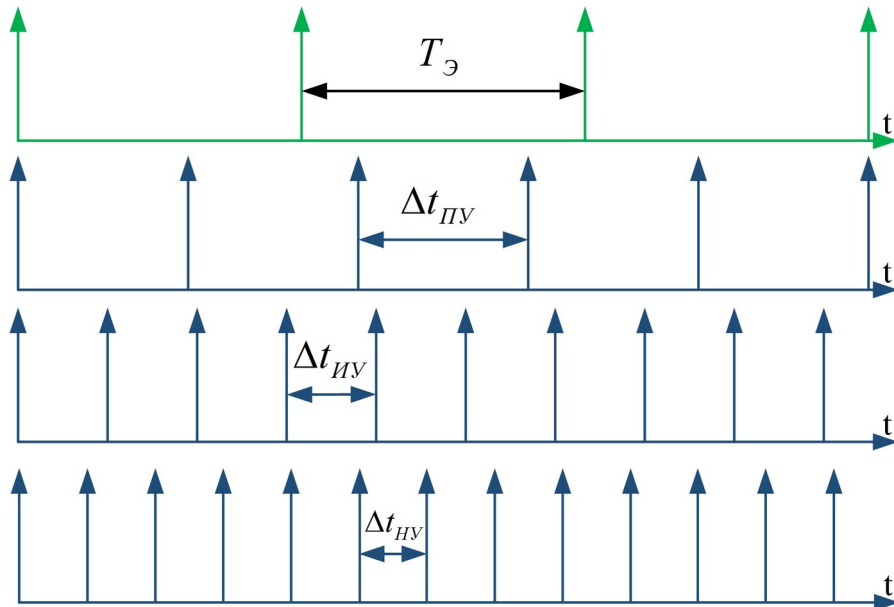


Рисунок 5 - Диаграмма проявления базовых элементов формирования модели решения
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.133.16.5>

Применяя метод агрегирования, получим условие существования процесса обеспечения безопасности в виде модели решения человека:

$$P = f(T_{Э}, \Delta t_{ПУ}, \Delta t_{ИУ}, \Delta t_{НУ}) \quad (1)$$

где P характеризует степень достижения цели в условиях деструктивного воздействия гидрометеорологических факторов.

В связи с тем, что в процессе электроснабжения потребителей допускаются срывы, необходимо ввести среднее время проявления факта срыва целевого процесса (электроснабжение региона) – $T_{СР}$.

Таким образом, модель решения человека, являющаяся СОФ технико-технологических систем, представляется в следующем виде:

$$P = f(T_{Э}, T_{СР}, \Delta t_{ПУ}, \Delta t_{ИУ}, \Delta t_{НУ}) \quad (2)$$

Это и есть модель ГИУ безопасностью электроснабжения региона в условиях деструктивного воздействия гидрометеорологических факторов (в частности, обледенения ВЛЭП).

Осуществление системной интеграции процессов обеспечения безопасности позволяет представить структурную схему СОБЭР в следующем виде (рис. 6).

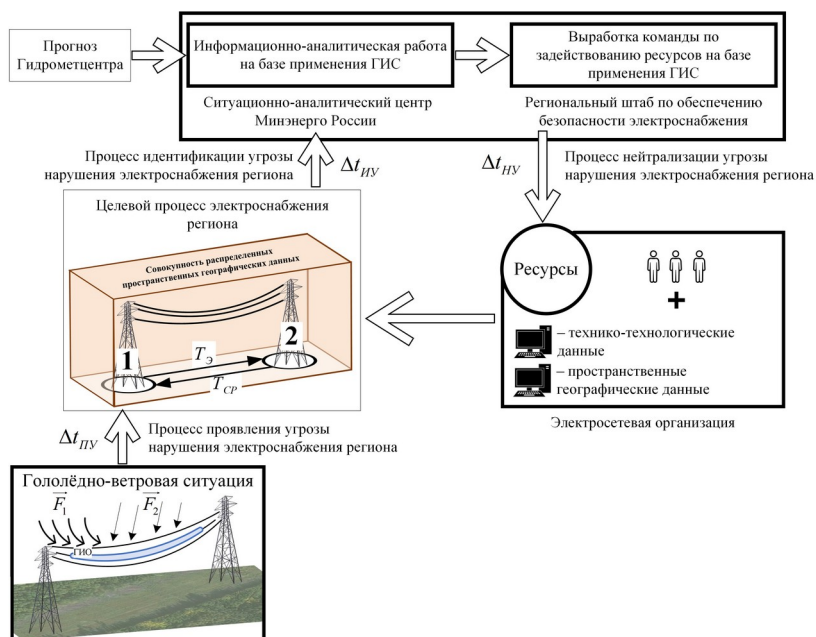


Рисунок 6 - Структурная схема СОБЭР на базе системной интеграции процессов обеспечения безопасности
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.133.16.6>

В качестве критерия эффективности реализации ГИУ безопасностью электроснабжения региона используется следующее неравенство:

$$\Delta T_{KM} < \Delta t_{ПУ} \quad (3)$$

где ΔT_{KM} – сумма фактически затраченного среднего времени при реализации комплексных мероприятий (KM) в СОБЭР, оперативно предпринятых для предупреждения или ликвидации опасного положения, возникшего при гололедно-ветровой ситуации (ГВС), $\Delta T_{KM} = \Delta t_{ИУ} + \Delta t_{НУ}$; $\Delta t_{ПУ}$ – время наступления необратимых последствий, нарушающих электроснабжение региона в период гололедообразования.

Неравенство (3) представляется как критерий эффективности реализации принимаемых решений в условиях ГВС. При возникновении ГВС необходимо выбрать такие технические средства, чтобы с учетом вероятностных значений среднее время ΔT_{KM} оказалось меньше $\Delta t_{ПУ}$. Предлагаемый критерий эффективности является характерным признаком системного подхода. Полученное равенство (2) связывает в один математический агрегат все значимые факторы, прямо и косвенно влияющие на ΔT_{KM} .

Применение комплексных мероприятий в целях обеспечения безопасности электроснабжения региона должно быть обосновано следующим образом:

$$\sum_1^k Z_{KM} < \sum_1^k Z_{пот} \quad (4)$$

где $\sum_1^k Z_{KM}$ – сумма затрат на комплексные мероприятия, осуществляемые для обеспечения безопасности электроснабжения; $\sum_1^k Z_{пот}$ – сумма затрат, обусловленных потерями (например, в случае перерыва в электроснабжении региона (недоотпуск электроэнергии)) при отказе от выполнения тех или иных комплексных мероприятий.

Предотвращение нарушения электроснабжения региона, в первую очередь, основано на получении своевременной информации о начале и течении процесса гололедообразования на ВЛЭП по всему региону. Идентификация угрозы нарушения электроснабжения региона – способность ЛПР на основе обработки ПГД и ТГД выявить изменения в объекте управления по ограниченному числу признаков (параметров), которыми он характеризуется. Любые отклонения параметров приводят к изменениям в характеристиках объекта управления, при этом причинами таких изменений могут быть либо управляющие воздействия, осуществляемые самим ЛПР или устройствами автоматики, либо следствия неисправности или изменения внешней окружающей среды.

Формально задача идентификации угрозы сводится к тому, чтобы по текущему значению параметров гидрометеорологических факторов определить характер угрозы нарушения электроснабжения региона и её интенсивность. Раннее обнаружение возможности проявления угрозы нарушения электроснабжения региона способствует как устойчивому ведению технологического процесса, так и повышению эффективности реализации принимаемых решений в процессе деятельности оперативным персоналом. Обычно функционирование оборудования осуществляется в заданном режиме, параметры которого известны. Для идентификации угрозы, а также диагностики текущего состояния должен применяться анализ отклонений параметров процесса.

В целях обеспечения безопасности электроснабжения региона ВЛЭП с определенной периодичностью осматриваются специалистами (инженерами-техниками, электромонтерами). Назначение данной операции заключается в нахождении каких-либо неисправностей, являющихся причиной нарушения электроснабжения. Кроме того, такие неисправности могут привести к несчастным случаям среди персонала электросетевой организации и третьих лиц. Осмотр ВЛЭП проводится согласно утвержденному графику. При этом частота проведения обследования обуславливается погодными условиями, характеристиками ландшафта и местности. Проводящие осмотр специалисты оценивают возможность возникновения повреждений и загрязнений. При этом периодически возникает необходимость в внеплановых осмотрах, чаще всего из-за неблагоприятных погодных условий. В качестве примеров можно привести образование на ВЛЭП ГИО, наличие лесных пожаров. Осмотр может осуществляться разными способами, которые группируются следующим образом: пешие, воздушные (с самолета, с вертолета, с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и автовышек). По периодичности они подразделяются на плановые и внеочередные.

В случае предотвращения нарушения электроснабжения из-за обрыва провода ВЛЭП в результате образования на его поверхности ГИО осмотр также имеет важное значение. В осенне-зимний период при получении информации о высокой вероятности начала процесса формирования ГИО на участок ВЛЭП, попадающий в зону благоприятствующих появлению обледенения гидрометеорологических факторов, выезжает аварийная бригада для осмотра участка и в случае обнаружения ГИО для их устранения. В практике мониторинга за состоянием ВЛЭП широко развит пеший осмотр. В дополнение к нему целесообразно использовать оптические приборы, позволяющие наблюдать удаленные предметы, например, бинокль.

Проведение осмотров с использованием автовышек и БПЛА имеет свои особенности. Применение автовышек довольно эффективно в случаях необходимости непосредственного контакта с ВЛЭП, но затруднено для участков, проложенных в труднопроходимой местности. БПЛА с каждым годом становятся все более популярны в сфере энергетики в связи с их высокой эффективностью применения в условиях бездорожья и труднопроходимых районах. Но есть две проблемы, значительно притормаживающие их широкое применение. Первая проблема заключается в

необходимости получения разрешения на полет для проведения осмотра, вторая – подготовке специалистов с требуемым набором компетенций для возможности проведения осмотра с применением БПЛА.

На современных ВЛЭП устанавливаются датчики, фиксирующие определенные параметры, по которым можно определить неисправность или повреждение элементов электрической сети.

Вышеназванные подходы к осмотру и мониторингу за состоянием ВЛЭП фиксируют уже образовавшиеся ГИО. Поэтому, предполагается, что анализ и обработка ПГД и ТГД, полученных на базе применения ГИС, является первоочередным этапом в контуре ГИУ безопасностью электроснабжения региона.

Техническое оснащение процесса идентификации угрозы нарушения электроснабжения региона представляется следующим образом:

- пеший осмотр (отсутствие ТО);
- пеший осмотр с использованием бинокля;
- верховой осмотр с использованием автовышки;
- верховой осмотр с использованием БПЛА;
- применение датчиков, сигнализирующих о начале процесса гололедообразования;
- применение ГИС с целью получения ПГД и ТГД.

При обеспечении безопасности электроснабжения региона участвует человек (оператор), который использует технические средства в процессе своей деятельности. Таким образом, в процессах идентификации и нейтрализации угроз обнаруживаются две составляющие: человеческий фактор (ЧФ) и техническое оснащение (ТО). Разумеется, что данными показателями нужно оперировать в интересах достижения цели деятельности.

Модель предъявления требований к кадровому составу и техническому оснащению процесса идентификации угрозы нарушения электроснабжения региона при ГИУ безопасностью электроснабжения региона имеет две составляющие:

$$\Delta t_{ИУ} = \Delta t_{ИУ}^{ТО} + \Delta t_{ИУ}^{ЧФ} \quad (5)$$

где $\Delta t_{ИУ}^{ТО}$ – сокращение среднего времени идентификации угрозы нарушения электроснабжения региона при помощи технических средств, $\Delta t_{ИУ}^{ЧФ}$ – среднее время идентификации угрозы нарушения электроснабжения региона человеком (оператором).

Модель предъявления требований к кадровому составу и техническому оснащению процесса нейтрализации угрозы нарушения электроснабжения региона при ГИУ безопасностью электроснабжения региона имеет две составляющие:

$$\Delta t_{НУ} = \Delta t_{НУ}^{ТО} + \Delta t_{НУ}^{ЧФ} \quad (6)$$

где $\Delta t_{НУ}^{ТО}$ – сокращение среднего времени нейтрализации угрозы нарушения электроснабжения региона при помощи технических средств, а $\Delta t_{НУ}^{ЧФ}$ – среднее время нейтрализации угрозы нарушения электроснабжения региона человеком (оператором).

Тенденции развития систем управления объектом электроэнергетической отрасли таковы, что роль ЛПП все более сводится к контролю за функционированием оборудования и вмешательством при возникновении нестандартных ситуаций, т.е. ситуаций, требующих формирования решений. Как раз в этом и проявляется человеческий фактор.

Следовательно, основное внимание должно быть уделено проблеме обучения персонала, задействованного в процессе управления, поиску, обоснованию и разработке новых, а также развитию хорошо зарекомендовавших себя известных способов достижения приемлемого показателя эффективности систем управления, где ЛПП – их неотъемлемая часть.

Для подготовки ЛПП необходимо организовать такой подход к обучению, который рассчитан на получение новой и необходимой информации через изучение и решение теоретических и практических проблем, рассматриваемых в срезе возможной проблемной ситуации. Поэтому для развития оперативного мышления требуется применять проблемное обучение, которое позволяет полноценно сосредоточиться на различии ситуаций, встречающихся в оперативной деятельности.

Статистика поведения персонала в условиях ГВС и натурные эксперименты не позволяют с необходимой определенностью прогнозировать ход и результаты ликвидации ГВС. Поэтому в основу поведения персонала в сложных ГВС должна быть положена полученная ранее модель решения человека.

Технология обеспечения безопасности электроснабжения региона подразумевает наличие заранее составленного перечня событий, которые могут возникнуть, протекать или завершаться с установленной частотой повторения в определенной последовательности под воздействием заранее известных условий ГВС. К исходным данным относятся имеющиеся ресурсы персонала, материалов и техники, используемые для борьбы с гололедообразованием, а их возможности, ограничения и поведение описываются в цифровой форме. Эти данные совместно с выбранными значениями параметров и констант, устанавливающими общие ограничивающие условия (например, время до проявления угрозы нарушения электроснабжения, ветровые нагрузки, максимальный ток при плавке гололеда), фиксируются в СОБЭР ЛПП.

Реальные ГВС охватывают большие территории. Предупреждение и ликвидация нарушений осуществляется многими бригадами (подразделениями), деятельность которых координируется диспетчерской службой. Переброска отдельных исполнителей из одной бригады в другую практически исключена.

В целях подготовки персонала к предупреждению и своевременной ликвидации ГИО на ЛЭП необходимо, в первую очередь, изучить более подробно деятельность персонала. Её можно представить в следующем виде:

– исходя из условий обеспечения безопасности электроснабжения региона, задаётся критерий функциональной эффективности нейтрализации угрозы (предотвращения нарушения электроснабжения за время меньше среднего времени проявления угрозы нарушения электроснабжения региона без дополнительных людских и материальных ресурсов и нарушений правил техники безопасности и эксплуатации);

– организуется наблюдение за персоналом, решающим оперативную задачу в определенной контролируемой ситуации, с фиксацией в протоколах действий и словесных пояснений;

– анализируются протоколы, выявляются и описываются состав и последовательность производимых персоналом элементарных действий, направленных на решение оперативной задачи (используется феноменологический подход – в протоколах фиксируются только наблюдаемые факты поведения, непосредственно связанные с выполнением задания).

Получаемое удовлетворительное описание действий персонала имеет две важные особенности:

– неизбежно содержит некоторые произвольные и недостаточно обоснованные утверждения, т.е. имеет гипотетический характер (что обуславливает многократную статистически достоверную проверку гипотез, заложенных в описание действий персонала);

– указывает, не вскрывая причины, как и что было сделано (вследствие этого описание пригодно только для данной наблюдаемой ситуации).

Заключение

Своевременная осведомленность ЛПР о складывающейся обстановке на определенной территории позволяет адекватно формировать решение, гарантирующее достижение цели деятельности, а именно обеспечение безопасности электроснабжения региона. Условия, способствующие проявлению угрозы нарушения электроснабжения региона, могут быть заранее установлены и учтены при помощи ГИС.

Определив переменные модели ГИУ безопасностью электроснабжения региона, ЛПР имеет возможность рассчитать показатель эффективности реализации решений по обеспечению безопасности электроснабжения региона. При получении показателя эффективности реализации решений ниже установленного, ЛПР может решить обратную задачу управления, изменяя при этом две переменные: среднее время идентификации угрозы нарушения электроснабжения региона и среднее время нейтрализации угрозы нарушения электроснабжения региона, так как они зависят от самого ЛПР и подчиненной ему группы людей. Появляется возможность подбирать персонал для конкретных поставленных задач, варьируя при этом квалификацией и опытом персонала, учитывая его индивидуальные характеристики и качества (стрессоустойчивость, внимательность, лидерство, возраст, пол, мобильность и т.д.).

Проблема учета ЧФ очевидна. Каждый человек имеет собственные психологические и физиологические показатели, которые к тому же могут меняться с течением времени из-за влияния тех или иных условий и обстоятельств. Хотя можно предпринять попытку усреднить среднее время идентификации или нейтрализации угрозы, пользуясь данными об обучении персонала или профессиональной подготовке категорий сотрудников. Тем не менее, ТО играет важную роль в процессах идентификации и нейтрализации угрозы, так как позволяет значительно сократить время их продолжительности. Используя вышеприведенные результаты, ЛПР может выработать требования к ТО и подбору персонала электроэнергетической системы для достижения требуемого показателя безопасности электроснабжения региона.

Таким образом, в научном исследовании разработана модель ГИУ безопасностью электроснабжения региона. Дальнейшие исследования будут посвящены разработке предложений по кадровому и техническому оснащению ГИУ безопасностью электроснабжения региона.

Финансирование

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-38-90225.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Funding

The reported study was funded by RFBR according to the research project № 20-38-90225.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Толкачев Я.М. Надежность энергоснабжения крупных промышленных потребителей в Арктике. / Я.М. Толкачев, М.К. Авакян, Д.А. Тютин и др. // Известия ТулГУ. Технические науки. — 2021. — 9. — с. 44-51.
2. Бобылев П.М. Адаптация к изменениям климата: новый вызов развитию электроэнергетики России. / П.М. Бобылев, М.М. Дыган // ЭП. — 2020. — 3 (145). — с. 80-94.
3. Клименко В.В. Изменение ветрового режима на территории России и аварийность воздушных линий электропередач. / В.В. Клименко, О.Е. Кондратьева, А.Г. Терешин и др. // Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. — 2021. — 1. — с. 57-64.
4. Шилин А.Н. Информационно-измерительная система для мониторинга климатического воздействия на воздушные линии электропередачи. / А.Н. Шилин, А.А. Шилин, С.С. Дементьев // Проблемы региональной энергетики. — 2020. — 2 (46). — с. 23-32.

5. Грабчак Е.П. Надежное электроснабжение – это приоритет для всех энергетиков. / Е.П. Грабчак // ЭП. — 2021. — 7 (161). — с. 4-9.
6. Грабчак Е.П. Применение информационно-вычислительных технологий для решения задач мониторинга и управления состоянием энергетического оборудования в ЕЭС России. / Е.П. Грабчак, Е.Л. Логинов // Экономика. Информатика. — 2021. — 4. — с. 688-696.
7. Чернов О.И. Современное состояние электрических сетей России и перспективы развития. / О.И. Чернов, Е.А. Елисеева // Academy. — 2021. — 7 (70). — с. 20-22.
8. Водяников В.Т. Техничко-экономическая оценка современного состояния сельской электрификации. / В.Т. Водяников // Агроинженерия. — 2020. — 2 (96). — с. 46-50.
9. Кирпичникова И.М. Обеспечение бесперебойного электроснабжения высокотехнологичных предприятий. / И.М. Кирпичникова, С.С. Шипилов // Вестник ЮУрГУ. Серия: Энергетика. — 2022. — 1. — с. 55-61.
10. Торопов И.Ю. Обеспечение бесперебойной работы критически важных операций и предотвращение незапланированных простоев. / И.Ю. Торопов // StudNet. — 2022. — 6. — с. 5133-5144.
11. Гусарова Е.В. Применение автономных систем электроснабжения на возобновляемых источниках энергии для снижения аварийности сельхозтехники в агропромышленных районах России. / Е.В. Гусарова, В.В. Харченко, В.А. Гусаров и др. // Вестник аграрной науки Дона. — 2022. — 2 (58). — с. 81-91.
12. Бык Ф.Л. Эффекты интеграции локальных интеллектуальных энергосистем. / Ф.Л. Бык, Л.С. Мышкина // Известия вузов. Проблемы энергетики. — 2022. — 1. — с. 3-15.
13. Листюхин В.А. Система контроля параметров воздушных линий электропередачи в режиме реального времени. / В.А. Листюхин, Е.А. Печерская // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. — 2021. — 4. — с. 90-95.
14. Луковенко А.С. Методы расчета надежности системы электроснабжения. / А.С. Луковенко, И.В. Зеньков // Вестник ИрГТУ. — 2021. — 1 (156). — с. 57-65.
15. Тишков В.В. Повышение надежности сельских распределительных электрических сетей с применением нейронных сетей. / В.В. Тишков, Т.Б. Лещинская, А.А. Груба // Агротехника и энергообеспечение. — 2021. — 1 (30). — с. 58-63.
16. Клюев Р.В. Разработка автоматизированной системы обеспечения надежного функционирования электроэнергетической системы. / Р.В. Клюев, М.Т. Плиева, Т.Т. Гудиев и др. // Известия ТулГУ. Науки о Земле. — 2022. — 1. — с. 261-271.
17. Береснева Н. Оценка надежности энергоснабжения территорий. / Н. Береснева, Н. Пяткова // ЭП. — 2021. — 12 (166). — с. 50-59.
18. Клена Л.И. Цифровизации энергетики как стимул трансформации компетенций инженера. / Л.И. Клена // Социальные новации и социальные науки. — 2022. — 1 (6). — с. 148-160.
19. Игольникова И.В. Развитие электроэнергетики в условиях цифровизации. / И.В. Игольникова, Е.В. Чепиков // Экономика. Социология. Право. — 2022. — 2 (26). — с. 9-13.
20. Шехова Н.В. Инновационные тенденции в системе обеспечения энергетической безопасности России. / Н.В. Шехова // Теоретическая экономика. — 2021. — 7 (79). — с. 95-105.
21. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа / Н.Н. Моисеев — М.: Наука, 1981. — 468 с.
22. Анохин П.К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем / П.К. Анохин — М.: Директ-Медиа, 2008. — 131 с.
23. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечёткой исходной информации / С.А. Орловский — М.: Наука, 1981. — 206 с.
24. Бурков В.Н. Введение в теорию управления организационными системами / В.Н. Бурков, Н.А. Коргин, Д.А. Новиков — М.: Либроком, 2013. — 261 с.
25. Дружинин В.В. Введение в теорию конфликта / В.В. Дружинин, Д.С. Конторов, М.Д. Конторов — М.: Радио и Связь, 1989. — 288 с.
26. Burlov V.G. Mathematical Models for Solving the Problems of Information Warfare. / V.G. Burlov // Proceedings of the 16th International Conference on Cyber Warfare and Security ICCWS 2021; — USA: Tennessee Tech University and the Oak Ridge National Laboratory USA, 2021. — p. 37-47.
27. Burlov V.G. Method of Consecutive Expert Estimates in Control Problems for the Development of Large-scale Potentially Dangerous Systems. / V.G. Burlov, V.F. Volkov // Engineering Simulation. — 1994. — 1. — p. 110-115.
28. Байков Е.А. Информационно-функциональное обеспечение геоинформационного управления развитием природно-технических систем. / Е.А. Байков, В.Н. Завгородний, Е.П. Истомин и др. // Международный научно-исследовательский журнал. — 2021. — 12-2 (114). — с. 24-31.
29. Ефремов С.В. Метод оценки производственной среды нестационарных рабочих мест. / С.В. Ефремов, Ю.В. Логвинова, М.А. Полохович // Безопасность жизнедеятельности. — 2020. — 6 (234). — с. 8-12.
30. Матвеев Ш. Геоинформационный анализ основных источников климатической информации на территорию Волгоградской области. / Ш. Матвеев // Научно-агрономический журнал. — 2022. — 3 (118). — с. 81-85.
31. Байков Е.А. Научное обеспечение геоинформационного управления развитием природно-технических систем. / Е.А. Байков, В.Н. Завгородний, Е.П. Истомин и др. // Международный научно-исследовательский журнал. — 2021. — 12-2 (114). — с. 16-23.
32. Морозова Н.М. Методология науки как наука о методах познания. / Н.М. Морозова // Вестник ВИ МВД России. — 2014. — 4. — с. 120-122.
33. Осипов Г.В. Социологический энциклопедический словарь: на рус., англ., нем., фр. и чеш. языках / Г.В. Осипов — М.: НОРМА-ИНФРА, 2000. — 480 с.

34. Burlov V.G. The Methodological Basis for the Management of Social Media. / V.G. Burlov // Proceedings of the 5th European Conference on Social Media, ECSM 2018. — 2018. — 5. — p. 22-29.
35. Burlov V. The Law of Maintaining the Integrity of an Object is a Methodological Basis for Solving Problems Intellectual Capital Management. / V. Burlov // Proceedings of the 17th International Conference on Intellectual Capital, Knowledge Management and Organisational Learning, ICICKM 2020. — 2020. — 17. — p. 100-108.
36. Бурлов В.Г. Общий подход к моделированию систем обеспечения безопасности. / В.Г. Бурлов, Г.Г. Магулян, А.В. Матвеев // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. — 2011. — 5 (133). — с. 73-76.
37. Бурлов В.Г. Многоуровневый подход в подготовке и переподготовке кадров в сфере безопасности информационных технологий. / В.Г. Бурлов, М.И. Грачев, А.И. Примакин // Региональная информатика и информационная безопасность. Сборник научных трудов. Санкт-Петербургское Общество информатики, вычислительной техники, систем связи и управления. — 2017. — 3. — с. 185-189.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Tolkachev Ya.M. Nadezhnost' e'nergosnabzheniya krupny'x promy'shlenny'x potrebitelej v Arktike [Reliability of Power Supply to Large Industrial Consumers in the Arctic]. / Ya.M. Tolkachev, M.K. Avakyan, D.A. Tyutin et al. // Izvestiya TulGU. Texnicheskie nauki [Proceedings of TulSU. Technical Science]. — 2021. — 9. — p. 44-51. [in Russian]
2. Bobylev P.M. Adaptaciya k izmeneniyam klimata: novyj vy'zov razvitiyu e'lektroe'nergetiki Rossii [Adaptation to Climate Change: a New Challenge for the Development of the Electric Power Industry in Russia]. / P.M. Bobylev, M.M. Dy'gan // E'P [EP]. — 2020. — 3 (145). — p. 80-94. [in Russian]
3. Klimenko V.V. Izmenenie vetrovogo rezhima na territorii Rossii i avarijnost' vozduzhny'x linij e'lektroperedach [Changes in the Wind Regime in Russia and the Accident Rate of Overhead Power Lines]. / V.V. Klimenko, O.E. Kondrat'eva, A.G. Tereshin et al. // Doklady' Rossijskoj akademii nauk. Fizika, texnicheskie nauki [Reports of the Russian Academy of Sciences. Physics, Technical Sciences]. — 2021. — 1. — p. 57-64. [in Russian]
4. Shilin A.N. Informacionno-izmeritel'naya sistema dlya monitoringa klimaticheskogo vozdejstviya na vozduzhny'e linii e'lektroperedachi [Information-measuring System for Monitoring Climatic Impact on Overhead Power Lines]. / A.N. Shilin, A.A. Shilin, S.S. Dement'ev // Problemy' regional'noj e'nergetiki [Problems of Regional Energy]. — 2020. — 2 (46). — p. 23-32. [in Russian]
5. Grabchak E.P. Nadezhnoe e'lektrosnabzhenie – eto prioritet dlya vsex e'nergetikov [Reliable Power Supply is a Priority for All Power Engineers]. / E.P. Grabchak // E'P [EP]. — 2021. — 7 (161). — p. 4-9. [in Russian]
6. Grabchak E.P. Primenenie informacionno-vy'chislitel'ny'x tehnologij dlya resheniya zadach monitoringa i upravleniya sostoyaniem e'nergeticheskogo oborudovaniya v EE'S Rossii [Application of Information and Computing Technologies for Solving Problems of Monitoring and Managing the State of Power Equipment in the UES of Russia]. / E.P. Grabchak, E.L. Loginov // E'konomika. Informatika [Economy. Computer Science]. — 2021. — 4. — p. 688-696. [in Russian]
7. Chernov O.I. Sovremennoe sostoyanie e'lektricheskix setej Rossii i perspektivy' razvitiya [The Current State of Electrical Networks in Russia and Development Prospects]. / O.I. Chernov, E.A. Eliseeva // ACADEMY [Academy]. — 2021. — 7 (70). — p. 20-22. [in Russian]
8. Vodyannikov V.T. Texniko-e'konomicheskaya ocenka sovremennogo sostoyaniya sel'skoj e'lektrifikacii [Technical and Economic Assessment of the Current State of Rural Electrification]. / V.T. Vodyannikov // Agroinzheneriya [Agroengineering]. — 2020. — 2 (96). — p. 46-50. [in Russian]
9. Kirpichnikova I.M. Obespechenie bescerbojnogo e'lektrosnabzheniya vy'sokotexnologichny'x predpriyatij [Ensuring Uninterrupted Power Supply of High-Tech Enterprises]. / I.M. Kirpichnikova, S.S. Shipilov // Vestnik YuUrGU. Seriya: E'nergetika [Bulletin of SUSU. Series: Energy]. — 2022. — 1. — p. 55-61. [in Russian]
10. Toropov I.Yu. Obespechenie bescerbojnoj raboty' kriticheski vazhny'x operacij i predotvrashhenie nezaplanirovanny'x prostoev [Ensure the Continuity of Critical Operations and Prevent Unplanned Downtime]. / I.Yu. Toropov // STUDNET [StudNet]. — 2022. — 6. — p. 5133-5144. [in Russian]
11. Gusarova E.V. Primenenie avtonomny'x sistem e'lektrosnabzheniya na vozobnovlyaemy'x istochnikax e'nergii dlya snizheniya avarijnosti sel'xoztexniki v agropromy'shlenny'x rajonax Rossii [The Use of Autonomous Power Supply Systems Based on Renewable Energy Sources to Reduce the Accident Rate of Agricultural Machinery in Agro-industrial Regions of Russia]. / E.V. Gusarova, V.V. Xarchenko, V.A. Gusarov et al. // Vestnik agrarnoj nauki Dona [Bulletin of Agricultural Science of the Don]. — 2022. — 2 (58). — p. 81-91. [in Russian]
12. By'k F.L. E'ffekty' integracii lokal'ny'x intellektual'ny'x e'nergosistem [Effects of Integration of Local Intelligent Power Systems]. / F.L. By'k, L.S. My'shkina // Izvestiya vuzov. Problemy' e'nergetiki [Proceedings of Universities. Energy Issues]. — 2022. — 1. — p. 3-15. [in Russian]
13. Listyuxin V.A. Sistema kontrolya parametrov vozduzhny'x linij e'lektroperedachi v rezhime real'nogo vremeni [The System for Monitoring the Parameters of Overhead Power Lines in Real Time]. / V.A. Listyuxin, E.A. Pecherskaya // Modeli, sistemy', seti v e'konomike, texnike, prirode i obshhestve [Models, Systems, Networks in Economics, Technology, Nature and Society]. — 2021. — 4. — p. 90-95. [in Russian]
14. Lukovenko A.S. Metody' rascheta nadezhnosti sistemy' e'lektrosnabzheniya [Methods for Calculating the Reliability of the Power Supply System]. / A.S. Lukovenko, I.V. Zen'kov // Vestnik IrGTU [Bulletin of ISTU]. — 2021. — 1 (156). — p. 57-65. [in Russian]
15. Tishkov V.V. Povy'shenie nadezhnosti sel'skix raspredelitel'ny'x e'lektricheskix setej s primeneniem nejronny'x setej [Improving the Reliability of Rural Distribution Electric Networks Using Neural Networks]. / V.V. Tishkov, T.B. Leshhinskaya, A.A. Gruba // Agrotexnika i e'nergoobespechenie [Agricultural Technology and Energy Supply]. — 2021. — 1 (30). — p. 58-63. [in Russian]

16. Klyuev R.V. Razrabotka avtomatizirovannoj sistemy' obespecheniya nadezhnogo funkcionirovaniya e'lektroe'nergeticheskoy sistemy' [Development of an Automated System for Ensuring the Reliable Functioning of the Electric Power System]. / R.V. Klyuev, M.T. Plieva, T.T. Gudiev et al. // Izvestiya TulGU. Nauki o Zemle [News of TulSU. Earth Sciences]. — 2022. — 1. — p. 261-271. [in Russian]
17. Beresneva N. Ocenka nadezhnosti e'nergosnabzheniya territorij [An Assessment of the Reliability of Energy Supply to Territories]. / N. Beresneva, N. Pyatkova // E'P [EP]. — 2021. — 12 (166). — p. 50-59. [in Russian]
18. Klenina L.I. Cifrovizacii e'nergetiki kak stimul transformacii kompetencij inzhenera [Digitization of the Energy Industry as an Incentive for the Transformation of Engineer Competences]. / L.I. Klenina // Social'ny'e novacii i social'ny'e nauki [Social Innovations and Social Sciences]. — 2022. — 1 (6). — p. 148-160. [in Russian]
19. Igol'nikova I.V. Razvitie e'lektroe'nergetiki v usloviyax cifrovizacii [Development of the Electric Power Industry in the Context of Digitalization]. / I.V. Igol'nikova, E.V. Chepikov // E'konomika. Sociologiya. Pravo [Economy. Sociology. Law]. — 2022. — 2 (26). — p. 9-13. [in Russian]
20. Shexova N.V. Innovacionny'e tendencii v sisteme obespecheniya e'nergeticheskoy bezopasnosti Rossii [Innovative Trends in the Energy Safety System of Russia]. / N.V. Shexova // Teoreticheskaya e'konomika [Theoretical Economics]. — 2021. — 7 (79). — p. 95-105. [in Russian]
21. Moiseev N.N. Matematicheskie zadachi sistemnogo analiza [Mathematical Problems of System Analysis] / N.N. Moiseev — M.: Nauka, 1981. — 468 p. [in Russian]
22. Anoxin P.K. Principial'nye voprosy' obshhej teorii funkcional'ny'x sistem [Fundamental Questions of the General Theory of Functional Systems] / P.K. Anoxin — M.: Direkt-Media, 2008. — 131 p. [in Russian]
23. Orlovskij S.A. Problemy' prinyatiya reshenij pri nechyotkoj isходnoj informacii [Decision-making Problems with Fuzzy Initial Information] / S.A. Orlovskij — M.: Nauka, 1981. — 206 p. [in Russian]
24. Burkov V.N. Vvedenie v teoriyu upravleniya organizacionny'mi sistemami [Introduction to Organizational Systems Management Theory] / V.N. Burkov, N.A. Korgin, D.A. Novikov — M.: Librokom, 2013. — 261 p. [in Russian]
25. Druzhinin V.V. Vvedenie v teoriyu konflikta [Introduction to Conflict Theory] / V.V. Druzhinin, D.S. Kontorov, M.D. Kontorov — M.: Radio i Svyaz', 1989. — 288 p. [in Russian]
26. Burlov V.G. Mathematical Models for Solving the Problems of Information Warfare. / V.G. Burlov // Proceedings of the 16th International Conference on Cyber Warfare and Security ICCWS 2021; — USA: Tennessee Tech University and the Oak Ridge National Laboratory USA, 2021. — p. 37-47.
27. Burlov V.G. Method of Consecutive Expert Estimates in Control Problems for the Development of Large-scale Potentially Dangerous Systems. / V.G. Burlov, V.F. Volkov // Engineering Simulation. — 1994. — 1. — p. 110-115.
28. Bajkov E.A. Informacionno-funcional'noe obespechenie geoinformacionnogo upravleniya razvitiem prirodno-texnicheskix sistem [Information and Functional Support of Geoinformation Management of the Development of Natural and Technical Systems]. / E.A. Bajkov, V.N. Zavgorodnij, E.P. Istomin et al. // Mezhdunarodny'j nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International Research Journal]. — 2021. — 12-2 (114). — p. 24-31. [in Russian]
29. Efremov S.V. Metod ocenki proizvodstvennoj sredy' nestacionarny'x rabochix mest [Method for Assessing the Working Environment of Non-stationary Jobs]. / S.V. Efremov, Yu.V. Logvinova, M.A. Polyuxovich // Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti [Life Safety]. — 2020. — 6 (234). — p. 8-12. [in Russian]
30. Matveev Sh. Geoinformacionny'j analiz osnovny'x istochnikov klimaticheskoy informacii na territoriyu Volgogradskoj oblasti [A Geoinformation Analysis of the Main Sources of Climate Information on the Territory of the Volgograd Region]. / Sh. Matveev // Nauchno-agronomicheskij zhurnal [Scientific and Agronomic Journal]. — 2022. — 3 (118). — p. 81-85. [in Russian]
31. Bajkov E.A. Nauchnoe obespechenie geoinformacionnogo upravleniya razvitiem prirodno-texnicheskix sistem [Scientific Support of Geoinformation Management of the Development of Natural and Technical Systems]. / E.A. Bajkov, V.N. Zavgorodnij, E.P. Istomin et al. // Mezhdunarodny'j nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International Research Journal]. — 2021. — 12-2 (114). — p. 16-23. [in Russian]
32. Morozova N.M. Metodologiya nauki kak nauka o metodax poznaniya [Methodology of Science as a Science of Methods of Cognition]. / N.M. Morozova // Vestnik VI MVD Rossii [Bulletin of the VI Ministry of Internal Affairs of Russia]. — 2014. — 4. — p. 120-122. [in Russian]
33. Osipov G.V. Sociologicheskij e'nciklopedicheskij slovar': na rus., angl., nem., fr. i chesh.azy'kax [Sociological Encyclopedic Dictionary: in Russian, English, German, French and Czech Languages] / G.V. Osipov — M.: NORMA-INFRA, 2000. — 480 p. [in Russian]
34. Burlov V.G. The Methodological Basis for the Management of Social Media. / V.G. Burlov // Proceedings of the 5th European Conference on Social Media, ECSM 2018. — 2018. — 5. — p. 22-29.
35. Burlov V. The Law of Maintaining the Integrity of an Object is a Methodological Basis for Solving Problems Intellectual Capital Management. / V. Burlov // Proceedings of the 17th International Conference on Intellectual Capital, Knowledge Management and Organisational Learning, ICICKM 2020. — 2020. — 17. — p. 100-108.
36. Burlov V.G. Obshhij podxod k modelirovaniyu sistem obespecheniya bezopasnosti [General Approach to Modeling Safety Systems]. / V.G. Burlov, G.G. Magulyan, A.V. Matveev // Nauchno-texnicheskie vedomosti SPbGPU. Informatika. Telekommunikacii. Upravlenie [Scientific and Technical Statements of SPbSPU. Computer Science. Telecommunications. Control]. — 2011. — 5 (133). — p. 73-76. [in Russian]
37. Burlov V.G. Mnogourovnevny'j podxod v podgotovke i perepodgotovke kadrov v sfere bezopasnosti informacionny'x texnologij [A Multi-level Approach to the Training and Retraining of Personnel in the Field of Information Technology Safety]. / V.G. Burlov, M.I. Grachev, A.I. Primakin // Regional'naya informatika i informacionnaya bezopasnost'. Sbornik nauchny'x trudov. Sankt-Peterburgskoe Obshhestvo informatiki, vy'chislitel'noj texniki, sistem svyazi i upravleniya [Regional Informatics

and Information Safety. Collection of Scientific Papers. St. Petersburg Society for Informatics, Computer Engineering, Communication and Control Systems]. — 2017. — 3. — p. 185-189. [in Russian]