

УДК 33

DOI: 10.34670/AR.2020.25.25.006

**Формирование массивов данных для снижения
техносферной угрозы в цепях энергоснабжения****Сегал Марина Сергеевна**

Студент,

Дальневосточный федеральный университет,
690922, Российская Федерация, Владивосток, остров Русский, посёлок Аякс, 10;
e-mail: segal@mail.ru

Куц Анастасия Витальевна

Студент,

Дальневосточный федеральный университет,
690922, Российская Федерация, Владивосток, остров Русский, посёлок Аякс, 10;
e-mail: segal@mail.ru

Фирсов Вадим Сергеевич

Кандидат технических наук, доцент,

Дальневосточный федеральный университет,
690922, Российская Федерация, Владивосток, остров Русский, посёлок Аякс, 10;
e-mail: segal@mail.ru

Федосов Петр Андреевич

Кандидат технических наук, доцент,

Дальневосточный федеральный университет,
690922, Российская Федерация, Владивосток, остров Русский, посёлок Аякс, 10;
e-mail: segal@mail.ru

Аннотация

Существуют два основных метода по оценке надежности ЭЭС: аналитический и имитационный. Аналитические методы базируются на прямых численных расчетах с помощью математической модели. За счет упрощений и допущений при расчетах надежности электроэнергетической системы аналитическими методами вычисление может быть выполнено достаточно быстро. Однако через эти упрощения результат анализа может потерять часть своей значимости. Кроме того, аналитический подход не позволяет моделировать широкий спектр условий эксплуатации. Из-за этого аналитические методы используются, как правило, при проектировании. Имитационное моделирование осуществляется путем имитации реального процесса случайного обращения электроэнергетической системы. Это позволяет учитывать большинство аспектов, непредвиденных при проектировании или планировании развития ЭЭС (например, простой элементов вследствие аварийного ремонта), и получить полное представление о

возможных недостатках энергосистемы и значении параметров надежности. Как правило, данные подходы базируются на моделировании методом Монте-Карло (ММК). Основным недостаток имитационных методов заключается в том, что для получения удовлетворительного результата необходимо выполнить значительный объем расчетов – от 1000 до 3000 циклов. Несмотря на это, имитационные методы достаточно широко применяются на практике, особенно при планировании развития ЭЭС. Цель статьи – проверить надежность энергетической системы путем моделирования. Задачи статьи: собрать модель энергетической системы; проверить надежность и смоделировать ее работу с помощью математического аппарата.

Для цитирования в научных исследованиях

Сегал М.С., Куц А.В., Фирсов В.С., Федосов П.А. Формирование массивов данных для снижения техносферной угрозы в цепях энергоснабжения // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2020. Том 10. № 10В. С. 472-482. DOI: 10.34670/AR.2020.25.25.006

Ключевые слова

Энергосистема, моделирование, хронологический порядок, отрезок времени, исследование.

Введение

Исследования надежности электроэнергетических систем может осуществляться как для отдельных характерных для работы ЭЭС промежутков времени, так и для значительно большего интервала [Hartani et al., 2020].

В первом случае, как правило, моделирование осуществляется для максимума, минимума нагрузок энергосистемы и паводка. Во втором случае выполняется последовательное моделирование для каждого отрезка времени в хронологическом порядке [Loza, 2018].

Выбор конкретного подхода моделирования зависит от поставленной задачи.

Внезапные изменения мощности генерируемой ВИЭ вызваны стохастической природой, особенно при неблагоприятных условиях могут достигать значений, по величине соответствующих потере энергоблока на электростанции. Поэтому при исследовании влияния возобновляемых источников энергии на работу ЭЭС очень важно рассмотреть как можно больше возможных режимов совместной работы ВИЭ с другими электростанциями электроэнергетической системы [Pilat, Peric, Ban, Šunde, 2019]. Для исследования совместной работы возобновляемых источников энергии лучше всего подходит именно имитационное моделирование.

Основная часть

В теории надежности состояния системы в произвольный момент времени рассматриваются как дискретные и определяются той или иной совокупностью состояний элементов $\{x_i\}$, что входят в состав системы $S(t) = X(t) = \{x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)\}$, где t – параметр исследуемого процесса, в нашем случае – время. При этом считается, что каждый элемент может находиться в одном из двух состояний – работа ($x_i(t) = 1$) или отказ ($x_i(t) = 0$). Таким образом, процесс функционирования каждого элемента может рассматриваться как альтернирующий – рабочее

состояние (элемент включен, $x_i(t) = 1$), состояние аварийно-восстановительного ремонта (элемент выключен, $x_i(t) = 0$) (рис. 1).

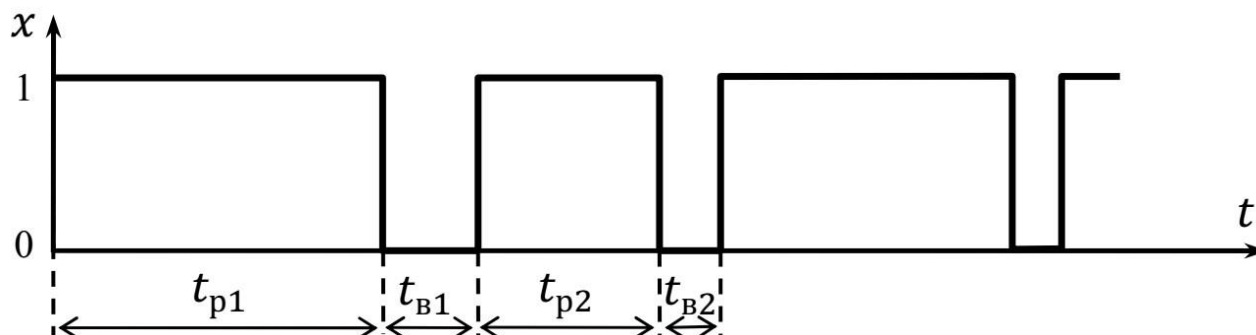


Рисунок 1 – Альтернирующий процесс работы элемента

Длительности того или иного состояния (работа/восстановление) являются непрерывными случайными величинами [Taran, Kolganova, 2018]. Процессы, где длительности состояний (соответственно, и сами состояния) являются случайными величинами, обычно называют стохастическими, вероятностными или случайными процессами [Khuzhakhmetova, Lazarev, Semenyutina, 2020].

В сущности, стохастический процесс представляет собой множество случайных величин, образующих упорядоченную последовательность. Например, длительность безотказной работы и восстановления образует последовательность случайных значений, таким образом, что эту последовательность можно рассматривать в качестве стохастического процесса [Mandava, Gudipalli, 2019].

Параметр – t (время) может быть непрерывным (как в рассматриваемом случае) или дискретным (что часто используется для практических расчетов динамических процессов). Дискретный параметр может принимать конечное или бесконечное число значений, непрерывный параметр, конечно, может принимать только бесконечное число значений [Sabishchenko, Rębilas, Sczygiol, Urbański, 2020]. Значение, которое принимает случайная величина, образует пространство состояний. Это пространство, в свою очередь, может быть дискретным (состояния элементов ЭЭС) или непрерывным (имеющийся ресурс электротехнического устройства).

Вероятности реализации случайной величины $X(t)$ в общем случае зависят от значений, которые были приняты всеми случайными величинами к моменту времени t , то есть от предыдущего прохождения процесса [Olhovskiy, Myateg, Myateg, 2018]. Однако для практических расчетов более интересен класс стохастических процессов, имеющих следующую особенность, которая показывает для дискретного параметра $\{t_1 < t_2 < \dots < t_n\}$, – вероятность того, что в момент t_n случайная величина примет значение X_n , не зависит от состояний $\{X_1, X_2, \dots, X_{n-2}\}$:

$$P(X_n | X_1, X_2, \dots, X_{n-1}) = P(X_n | X_{n-1}) \quad (1)$$

Процессы, обладающие этим свойством, называются марковскими. В марковском процессе вероятность состояния системы в следующий момент времени не зависит от того, какой случайный процесс протекал в прошлом, а зависит лишь от состояния, в котором процесс

находится в настоящее время. Такой процесс называют процессом без последствий [Kerimov, Belinskaia Bulgakova, 2020].

В марковском процессе и параметр, и пространство состояний могут быть как дискретными, так и непрерывными. Марковский процесс с дискретным параметром называют цепью Маркова. Здесь определяющей является вероятность того, что в момент $t + \Delta t$ система будет находиться в состоянии X_j при условии, что в момент t система находилась в состоянии X_i , то есть

$$P\{X(t + \Delta t) = X_j | X(t) = X_i\} = p_{ij}(t, \Delta t) \quad (2)$$

Эти условные вероятности называют вероятностями переходов. Если p_{ij} не зависят от t , а зависят лишь от шага по времени Δt , вероятность переходов в однородном марковском процессе пропорциональна Δt :

$$p_{ij}(\Delta t) \approx \mu_{ij}\Delta t, \quad (3)$$

а вероятность отсутствия перехода (изменения состояния):

$$P\{X(t + \Delta t) = X_j | X(t) = X_j\} = p_{ij}(\Delta t) \approx 1 - \mu_{ij}\Delta t. \quad (4)$$

Величины λ_{ij} и λ_i называют интенсивностями переходов. Их можно определить следующим образом:

$$\begin{aligned} \mu_{ij} &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{p_{ij}(\Delta t)}{\Delta t} \\ \mu_{ij} &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{1 - p_{ij}(\Delta t)}{\Delta t} \end{aligned} \quad (5)$$

В однородном марковском процессе процессы интенсивности переходов постоянны (не зависят от времени) [Mohammadifar, Choi, 2019].

Марковские процессы относятся к классу стационарных процессов. Случайный процесс называется стационарным, если распределение вероятностей инвариантно относительно сдвига по параметру t :

$$P\{(X_1, t_1 + t_0), (X_2, t_2 + t_0), \dots, (X_n, t_n + t_0)\} = P\{(X_1, t_1), (X_2, t_2), \dots, (X_n, t_n)\} \quad (6)$$

При исследовании надежности электроэнергетической системы в основном рассматриваются стационарные процессы марковского типа [Tyncherov, Chervyakov, Selivanova, Kalmykov, 2018]. Процесс отказа элемента ЭЭС (состояние – бинарная случайная величина) может быть представленным как последовательность длительного рабочего (наработка на отказ) и ремонтного состояний:

$$S(t) = \{(t_{p1}, t_{B1}), (t_{p2}, t_{B2}), \dots, (t_{pn}, t_{Bn})\}, \quad (7)$$

где пары (t_{pi}, t_{vi}) , $i = 1, \dots, n$ образуют цикл «работа-восстановление».

Поскольку марковские процессы являются процессами «без последствий», суммарные продолжительности цикла $\{t_{pi}, t_{vi}\}$ являются независимыми случайными величинами и в силу стационарности они описываются одинаковым законом распределения [Makarov, Gusev, Shubina, Nikolaeva, 2021]. Одинаковыми законами распределения $F(t_p)$, $F(t_v)$ описываются и составляющие цикла – t_{pi} , t_{vi} .

Метод Монте-Карло – общее название группы численных методов, основанных на получении большого числа реализаций стохастического (случайного) процесса, который формируется таким образом, чтобы его вероятностные характеристики совпадали с аналогичными величинами задачи, которую нужно решить [Stachno, 2018].

ММК в данной задаче – это метод имитации для приблизительного воспроизведения реальных явлений. Он объединяет анализ чувствительности (восприимчивости) и анализ распределения вероятностей входных переменных. Этот метод позволяет верифицировать математическую модель. Построение модели начинается с определения функциональных зависимостей в реальной системе. После этого можно получить количественное решение, используя теорию вероятности и таблицы случайных чисел [Wojciechowski, Lorek, Nowakowski, 2018].

Метод Монте-Карло широко используется для симуляции случайных процессов при компьютерном (числовом) моделировании.

Основным параметром, который используется при оценке надежности, является математическое ожидание показателя надежности.

Пусть Q обозначим вероятность отказа системы, а x_i – индикаторная переменная, которая принимает значение $x_i = 0$, если система находится в работоспособном состоянии; $x_i = 1$, если система находится в нерабочем состоянии.

Оценка вероятного отказа системы задается уравнением:

$$Q = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i, \quad (8)$$

где N – количество возможных состояний системы.

Несмещенная дисперсия выборки (т.е. с поправкой Бесселя) равна:

$$V(x) = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - Q)^2. \quad (9)$$

Когда размер выборки достаточно велик, уравнение (9) можно аппроксимировать:

$$V(x) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - Q)^2. \quad (10)$$

Поскольку индикаторная переменная x_i может принимать значение 0 или 1, можно утверждать следующее:

$$\sum_{i=1}^N x_i^2 = \sum_{i=1}^N x_i. \quad (11)$$

Подставляя уравнения (8) и (11) в уравнение (10), получим:

$$V(x) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i^2 - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 2x_i Q + \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Q^2 = Q - Q^2 \quad (12)$$

Важно отметить, что уравнение (8) дает лишь оценку вероятного отказа системы. Неопределенность вокруг оценки может быть измерена дисперсией оценки ожидания:

$$V(Q) = \frac{1}{N} V(x) = \frac{1}{N} (Q - Q^2) \quad (13)$$

Уровень точности моделирования Монте-Карло может быть выражен коэффициентом вариации, который определяется следующим образом:

$$a = \sqrt{\frac{V(Q)}{Q}}. \quad (14)$$

Подставляя (13) в (14), получаем:

$$a = \sqrt{\frac{1-Q}{NQ}}. \quad (15)$$

Уравнение (15) можно переписать как:

$$N = \frac{1-Q}{a^2 Q} \quad (16)$$

Уравнение (16) указывает на два важных момента:

1. Для желаемого уровня точности a необходимое количество образцов N зависит от оценки вероятной отказа системы, но не зависит от размера системы. Поэтому ММК подходят для оценки надежности большой электроэнергетической системы. Это является важным преимуществом методов Монте-Карло по сравнению с методами аналитического анализа для оценки надежности.
2. Вероятность отказа при практической оценке надежности системы обычно гораздо меньше, чем 1,0:

$$N \approx \frac{1}{a^2 Q} \quad (17)$$

Это означает, что количество образцов N примерно обратно пропорционально вероятному отказу системы. Другими словами, в случае очень надежной системы для достижения заданного уровня точности требуется большое количество образцов.

В процессе моделирования оценочные показатели будут приближаться к своим реальным значениям. Моделирование продолжается, пока оценочные индексы надежности не достигнут

заданной степени достоверности. Цель правила остановки заключается в создании компромисса между необходимой точностью и затратами на вычисления.

По критерию сходимости при моделировании методом Монте-Карло, как правило, используется коэффициент вариации α :

$$\alpha = \frac{\sigma}{E(x)}, \quad (18)$$

где $E(X)$ – расчетное математическое ожидание индекса;

σ – стандартное отклонение от расчетного математического ожидания:

$$\sigma^2 = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N [X_i - E(X)]^2 \quad (19)$$

При моделировании для определения времени остановки можно использовать одно из правил:

1. Моделирование останавливается, когда коэффициент вариации меньше предварительно определенного значения допуска.
2. Моделирование останавливается на заданном количестве выборок и проверяется, является ли коэффициент вариации приемлемым. Если нет, то количество образцов может быть увеличено.

Электростанции, принимающие участие в покрытии суточного графика нагрузок, можно разделить на три типа в зависимости от части суточного графика нагрузок, в которой они работают. Обычно на суточном графике выделяют три зоны: базовую, полупиковую и пиковую [Gunasekari, Dhanalakshmi, Deepak, 2019].

В базовой зоне работают электростанции с количеством часов использования установленной мощности более 6000 ч./год (атомные электростанции, теплоэлектроцентрали) и частично ГЭС во время паводка и для поддержания уровня воды в реках.

В полупиковой зоне работают электростанции с количеством часов использования установленной мощности от 2000 до 6000 ч./год. В этой зоне должны работать высокоманевренные электростанции, такие как ГЭС, однако в ОЭС России из-за дефицита высокоманевренных мощностей в этой части активно используются ТЭС.

В пиковой зоне работают электростанции с количеством часов использования установленной мощности менее 2000 ч./год. Это высокоманевренные электростанции – ГЭС, ГАЭС, газотурбинные установки.

Каждый энергоблок можно рассматривать как возобновляемый элемент, поскольку после ремонта энергоблок снова может работать.

Особенностью восстанавливаемых элементов является циклический характер работы: после рабочего состояния следует отказ, затем снова рабочее состояние. Главными параметрами, характеризующими восстанавливаемые элементы, являются наработки на отказ и время восстановления.

Поведение каждого элемента (блока) может быть описано с помощью равномерно распределенной функции U в интервале $[0,1]$. При этом считается, что элемент может находиться в одном из двух состояний – работа или отказ. Пускай x_i обозначает состояние i -го элемента (энергоблока), а PF_i – вероятность его отказа:

$$x_i(t) = \begin{cases} 0, & (\text{отказ}) U_i \geq PF_i \\ 1, & (\text{работа}) 0 \leq U_i < PF_i \end{cases} \quad (20)$$

С учетом экспоненциального распределения отказов время пребывания элемента в том или ином состоянии зависит от таких характеристик, как наработка на отказ и время восстановления:

$$T_i = \frac{1}{\mu_i} U_i, \quad (21)$$

где λ_i – интенсивность отказов, если текущее состояние i -го элемента – работа или интенсивность восстановления, если текущее состояние i -го компонента – отказ.

Заключение

Таким образом, в данной статье была проверена надежность энергетической системы путем моделирования. Для этого была собрана модель энергетической системы, проверена надежность и смоделирована ее работа с помощью математического аппарата.

Используя математический аппарат для моделирования работы энергетической системы, удалось найти точку распределения отказов во время пребывания элементов в различных состояниях. Базовые энергоблоки практически все время работают с постоянной нагрузкой, останавливаются лишь для проведения плановых или аварийно восстановительных работ.

Библиография

1. Gunasekari R., Dhanalakshmi R., Deepak A. Power quality improvement for stable operation in renewable hybrid power system using sapfwith icosf control technique // *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*. 2019. No. 8(12). P. 1414-1419.
2. Hartani M.A. et al. Power Flow Analyses of a Standalone 5-Buses IEEE DC Microgrid for Arid Saharian Zone (South of Algeria) // *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2020. No. 102. P. 515-523.
3. Kerimov M., Belinskaia I., Bulgakova G. Systemic influence effects of energy information field on operating characteristics of storage batteries // *Engineering for Rural Development*. 2020. Vol. 19. P. 1090-1095.
4. Khuzhakhmetova A., Lazarev S., Semenyutina V. Ecological and biological assessment of climbing shrubs for landscaping residential areas // *World Ecology Journal*. 2020. No. 10(2). P. 88-109.
5. Loza A. Thermoelectric system of thermostating for space stations, moon and martian bases // *Proceedings of the International Astronautical Congress, IAC*. 2018.
6. Makarov E., Gusev S., Shubina E., Nikolaeva Y. Logistic aspects of the distribution of electric charging stations on the urban road network // *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 1258 AISC. 2021. No. 11-23.
7. Mandava S., Gudipalli A. Protection of Dc-micro grid from multiple line and ground faults // *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*. 2019. No. 8(8). P. 3120-3126.
8. Mohammadifar M., Choi S. A solid phase bacteria-powered biobattery for low-power, low-cost, internet of Disposable Things // *Journal of Power Sources*. 2019. No. 429. P. 105-110.
9. Olhovskiy V.Y., Myateg T.V., Myateg S.V. Analysing the One-phase Loads Influence on the Three-phase Discharge Lamps Work in the 380/220 V Network // *12th International Scientific and Technical Conference "Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines"*, Dynamics. 2018.
10. Pilat N., Peric A., Ban Ž., Šunde V. Analysis of the uninterruptible power supply influences to the power grid // *42nd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, MIPRO 2019 – Proceedings*. 2019. P. 180-185.
11. Sabishchenko O., Rębilas R., Sczygiol N., Urbański M. Ukraine energy sector management using hybrid renewable energy systems // *Energies*. 2020. No. 13(7).
12. Stachno A. The Neural System of Monitoring and Evaluating the Parameters of the Elements of an Intelligent Building. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in*

- Bioinformatics) // 10672 LNCS. 2018. P. 142-150.
13. Taran S., Kolganova I. Optimization of park plantings in the regions of Rostov-on-Don and Novocherkassk by introducing into gardening species of the genus ACER L. // World Ecology Journal. 2018. No. 8(3). P. 56-70.
14. Tyncherov K.T., Chervyakov N.I., Selivanova M.V., Kalmykov I.A. Method of increasing the reliability of telemetric well information transmitted by the wireless communication channel // Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Geo Assets Engineering. 2018. No. 329(3). P. 36-43.
15. Wojciechowski J., Lorek K., Nowakowski W. An influence of a complex modernization of the DC traction power supply on the parameters of an electric power system // MATEC Web of Conferences. 2018. Vol. 180.

Generating data sets to reduce the technosphere threat in power supply chains

Marina S. Segal

Student,
Far Eastern Federal University,
690922, 10, Ayaks village, Russkii island, Vladivostok, Russian Federation;
e-mail: segal@mail.ru

Anastasiya V. Kuts

Student,
Far Eastern Federal University,
690922, 10, Ayaks village, Russkii island, Vladivostok, Russian Federation;
e-mail: segal@mail.ru

Vadim S. Firsov

PhD in Technical Sciences, Associate Professor,
Far Eastern Federal University,
690922, 10, Ayaks village, Russkii island, Vladivostok, Russian Federation;
e-mail: segal@mail.ru

Petr A. Fedosov

PhD in Technical Sciences, Associate Professor,
Far Eastern Federal University,
690922, 10, Ayaks village, Russkii island, Vladivostok, Russian Federation;
e-mail: segal@mail.ru

Abstract

There are two main methods for assessing the reliability of an electric power system: analytical and simulation. Analytical methods are based on direct numerical calculations using a mathematical model. Due to simplifications and assumptions when calculating the reliability of an electric power system using analytical methods, the calculation can be performed quite quickly. However, through these simplifications, the analysis result may lose some of its significance. In addition, the analytical

approach does not allow modeling a wide range of operating conditions. Because of this, analytical methods are usually used in design. Simulation is carried out by simulating the real process of random circulation of an electric power system. This allows to take into account most aspects that are unforeseen when designing or planning the development of an EES (for example, downtime due to emergency repairs), and get a complete picture of possible shortcomings of the power system and the value of reliability parameters. As a rule, these approaches are based on Monte Carlo simulation (MMC). The main drawback of simulation methods is that to get a satisfactory result, we need to perform a significant amount of calculations – from 1000 to 3000 cycles. Despite this, simulation methods are widely used in practice, especially when planning the development of EES. The purpose of the article is to test the reliability of the power system by modeling. Objectives of the article are to build a model of the energy system; to check the reliability and simulate its work using a mathematical apparatus.

For citation

Segal M.S., Kuts A.V., Firsov V.S., Fedosov P.A. (2020) Formirovanie massivov dannykh dlya snizheniya tekhnosfernoi ugrozy v tsepyakh energosnabzheniya [Generating data sets to reduce the technosphere threat in power supply chains]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 10 (10B), pp. 472-482. DOI: 10.34670/AR.2020.25.25.006

Keywords

Power system, modeling, chronological order, time interval, research.

References

1. Gunasekari R., Dhanalakshmi R., Deepak A. (2019) Power quality improvement for stable operation in renewable hybrid power system using sapfwith icosφ control technique. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(12), pp. 1414-1419.
2. Hartani M.A. et al. (2020) Power Flow Analyses of a Standalone 5-Buses IEEE DC Microgrid for Arid Saharian Zone (South of Algeria). *Lecture Notes in Networks and Systems*, 102, pp. 515-523.
3. Kerimov M., Belinskaia I., Bulgakova G. (2020) Systemic influence effects of energy information field on operating characteristics of storage batteries. *Engineering for Rural Development*, 19, pp. 1090-1095.
4. Khuzhakhmetova A., Lazarev S., Semenyutina V. (2020) Ecological and biological assessment of climbing shrubs for landscaping residential areas. *World Ecology Journal*, 10(2), pp. 88-109.
5. Loza A. (2018) Thermoelectric system of thermostating for space stations, moon and martian bases. *Proceedings of the International Astronautical Congress*, IAC.
6. Makarov E., Gusev S., Shubina E., Nikolaeva Y. (2021) Logistic aspects of the distribution of electric charging stations on the urban road network. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 1258 AISC, 11-23.
7. Mandava S., Gudipalli A. (2019) Protection of Dc-micro grid from multiple line and ground faults. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(8), pp. 3120-3126.
8. Mohammadifar M., Choi S. (2019) A solid phase bacteria-powered biobattery for low-power, low-cost, internet of Disposable Things. *Journal of Power Sources*, 429, pp. 105-110.
9. Olhovskiy V.Y., Myateg T.V., Myateg S.V. (2018)Analysing the One-phase Loads Influence on the Three-phase Discharge Lamps Work in the 380/220 V Network. *12th International Scientific and Technical Conference "Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines", Dynamics..*
10. Pilat N., Peric A., Ban Ž., Šunde V. (2019) Analysis of the uninterruptible power supply influences to the power grid. *42nd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, MIPRO 2019 – Proceedings*, pp. 180-185.
11. Sabishchenko O., Rębilas R., Sczygiol N., Urbański M. (2020) Ukraine energy sector management using hybrid renewable energy systems. *Energies*, 13(7).
12. Stachno A. (2018) The Neural System of Monitoring and Evaluating the Parameters of the Elements of an Intelligent Building. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. 10672 LNCS, pp. 142-150.
13. Taran S., Kolganova I. (2018) Optimization of park plantings in the regions of Rostov-on-Don and Novocherkassk by

- introducing into gardening species of the genus ACER L. *World Ecology Journal*,. 8(3), pp. 56-70.
14. Tyncherov K.T., Chervyakov N.I., Selivanova M.V., Kalmykov I.A. (2018) Method of increasing the reliability of telemetric well information transmitted by the wireless communication channel. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Geo Assets Engineering*, 329(3), pp. 36-43.
 15. Wojciechowski J., Lorek K., Nowakowski W. (2018) An influence of a complex modernization of the DC traction power supply on the parameters of an electric power system. *MATEC Web of Conferences*, 180.