
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

УДК 621.311

EDN LFDLLZ

МЕТОДЫ ПЛАНИРОВАНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ МИКРОЭНЕРГОСИСТЕМ

Е.А. Волошин

ORCID: 0000-0002-1318-3796 e-mail: voloshin.evgeniy@yandex.ru

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Москва, Россия

В.Ф. Лачугин

e-mail: lachugin_vf@ntc-power.ru

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Москва, Россия

А.А. Волошин

ORCID: 0009-0005-7554-0524 e-mail: voloshin.aa@yandex.ru

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Москва, Россия

Исследуются методы планирования и управления режимами работы микро-энергосистем (микроЭЭС) на основе прогнозов. Рассмотрены современные тенденции развития распределенных энергетических систем, обусловленные широким внедрением возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и увеличением интереса к локальным производителям электроэнергии. Описано влияние факторов, таких как высокие капитальные затраты на расширение инфраструктуры электросетей и необходимость координации производства и потребления энергии в условиях нестабильной генерации от ВИЭ. Изложены два подхода к управлению микроЭЭС: генетические алгоритмы и методы динамического программирования. Первый метод обеспечивает высокую адаптивность к изменению структуры и условий функционирования системы, позволяя учитывать большое число переменных и оперативно реагировать на изменения окружающей среды. Однако этот подход требует значительных вычислительных мощностей и увеличивает время нахождения оптимального решения. Метод динамического программирования отличается большей предсказуемостью и скоростью расчетов, но ограничен числом управляемых параметров и условиями применимости. Проведен сравнительный анализ указанных методик с точки зрения точности, стабильности и универсальности. Показана целесообразность применения генетических алгоритмов в системах с большим количеством переменных

и необходимостью постоянного обновления модели. В то же время динамическое программирование рекомендовано для случаев с ограниченными ресурсами и фиксированным набором контролируемых объектов. Практическое применение предложенных подходов иллюстрируется результатами численных экспериментов и примерами расчета оптимального распределения электрической энергии в реальных ситуациях. Полученные результаты подтверждают перспективность использования методов прогнозирования для улучшения технико-экономической эффективности микроЭЭС, повышая надежность и устойчивость энергоснабжения потребителей.

Ключевые слова: генетические алгоритмы, динамическое программирование, микроэнергосистема, надежность энергосистем, оптимизация режимов, прогнозирование, экономическая эффективность.

Для цитирования: Волошин Е.А., Лачугин В.Ф., Волошин А.А. Методы планирования режимов работы микроэнергосистем // Интеллектуальная Электротехника. 2025. № 4. С. 55-67. EDN LFDLLZ

METHODS OF PLANNING THE OPERATING MODE OF MICROGRID

E.A. Voloshin

ORCID: 0000-0002-1318-3796 e-mail: voloshin.evgeniy@yandex.ru
National Research University «Moscow Power Engineering Institute»
Moscow, Russia

V.F. Lachugin

e-mail: lachugin_vf@ntc-power.ru
National Research University «Moscow Power Engineering Institute»
Moscow, Russia

A.A. Voloshin

ORCID: 0009-0005-7554-0524 e-mail: voloshin.aa@yandex.ru
National Research University «Moscow Power Engineering Institute»
Moscow, Russia

Abstract. This study investigates methods for planning and controlling the operation of microgrids based on predictive analytics. The research focuses on current trends in distributed energy systems, driven by the extensive deployment of renewable energy sources (RES) and the growing significance of local power generation. The analysis examines key factors influencing system performance, including substantial capital investments required for grid infrastructure expansion and the necessity for precise coordination between energy production and consumption under variable RES output conditions. Two primary operation planning approaches are investigated in detail: genetic algorithms and dynamic programming methods. Genetic algorithms demonstrate superior adaptability to

structural changes and operational conditions, effectively handling multiple variables. However, their implementation demands considerable computational resources and extended optimization time. Dynamic programming methods offers enhanced predictability and faster computation speeds but operates within constraints related to controllable parameters and applicability conditions. A comparative evaluation of these methods assesses their accuracy, stability, and versatility. The research demonstrates that genetic algorithms are particularly suitable for complex systems requiring continuous model updates and adaptation. Conversely, dynamic programming proves more effective in resource-constrained environments with predefined control parameters. The theoretical concepts are validated through numerical experiments and practical case studies demonstrating optimal energy distribution scenarios. The study shows the effectiveness of predictive methods in enhancing the technical and economic performance of microgrids while improving overall system reliability and energy supply stability.

Keywords: genetic algorithms, dynamic programming, microgrid, power system reliability, mode optimization, forecasting, economic efficiency.

For citation: E.A. Voloshin, V.F. Lachugin and A.A. Voloshin, "Methods of planning the operating mode of microgrid", *Smart Electrical Engineering*, no. 4, pp. 55-67, 2025. EDN LFDLLZ

I. Введение

Из анализа общемировой тенденции внедрения возобновляемых источников энергии (ВИЭ) следует, что во многих случаях применение локальных источников энергии (т.е. источников, электроэнергия (ЭЭ) которых предназначена для потребления в непосредственной близости от их установки) является более предпочтительным вариантом электроснабжения потребителей по сравнению с расширением пропускной способности существующих линий электропередачи. Такие решения часто связаны с меньшими сроками ввода в эксплуатацию ВИЭ и высокими капитальными затратами на строительство и модернизацию воздушных и кабельных линий. Относительная доступность ВИЭ, систем накопления электроэнергии (СНЭЭ), а также локальных источников ЭЭ позволит устанавливать их даже субъектам малого и среднего бизнеса. Более крупные предприятия смогут обладать собственной электрозарядной инфраструктурой для электромобилей, которая характеризуется высокой мощностью. Однако корректное прогнозирование такой нагрузки пока является сложной задачей и требует дополнительных исследований. Таким образом, для микроЭЭС предприятий появляется задача скоординированного управления собственными электро-энергетическими активами с целью оптимизации экономических показателей при выполнении технических ограничений.

II. Задачи управления микроЭЭС

Описанная задача управления является многокритериальной, но может быть сведена с помощью метода главного критерия к задаче оптимизации эксплуатационных затрат. При этом технические ограничения представляются в виде штрафных функций. Для поддержания баланса ЭЭ в узлах микроЭЭС в изменяющихся внешних режимных условиях требуется обеспечить управление электрооборудованием с учетом прогноза режима работы как самого узла, так и окружающих узлов микроЭЭС.

Способ управления электрооборудованием в узле микроЭЭС заключается в моделировании режимов узла в течение суток для определения оптимальной последовательности управляющих воздействий. В зависимости от состава оборудования в узле микроЭЭС такими управляющими воздействиями могут быть:

- покупка ЭЭ;
- продажа ЭЭ;
- отключение управляемой нагрузки;
- включение резервного генератора.

Как правило, прямое управление ВИЭ не является задачей системы управления микроЭЭС в связи с тем, что неполное использование вырабатываемой ими электроэнергии приводит к значительному снижению экономических показателей. В связи с этим, работа таких электроустановок осуществляется в базе графика выработки электроэнергии. В то же время ВИЭ являются достаточно маневренными, что позволяет при необходимости быстро изменять выдаваемую ими мощность в пределах диапазона регулирования при наличии соответствующих условий (инсоляция, скорость ветра и т. д.) в достаточном объеме.

Задача выбора последовательности действий системы управления узлом микроЭЭС может быть выражена следующим образом:

$$\int_0^T F(\bar{k}(t)) dt \rightarrow \min, \quad (1)$$

где $F(\bar{k}(t))$ – целевая функция, характеризующая эффективность работы узла микроЭЭС, $\bar{k}(t)$ – вектор управляющих воздействий на оборудование узла микроЭЭС в момент времени t .

Поскольку команды управления оборудованием являются дискретными, штрафная функция не дифференцируема. В связи с этим задача оптимального управления узлом с обеспечением долгосрочной устойчивой работы приводится к виду:

$$F_{\text{план}}(K) = \sum_{i=0}^N F(\bar{k}_i) \rightarrow \min, \quad (2)$$

где \bar{k}_i – вектор управляющих воздействий на оборудование узла микроЭЭС в промежуток времени i , N – длительность периода планирования, K – массив управляющих воздействий, определяемый по формуле:

$$K = \begin{bmatrix} \bar{k}_1 \\ \dots \\ \bar{k}_N \end{bmatrix}, \quad (3)$$

Массив K состоит из векторов \bar{k}_i . Координаты вектора \bar{k}_i представляют собой величины, характеризующие отдельные виды управляющих воздействий в диапазон времени i :

$$\bar{k}_i = \{c_1, c_2, \dots, c_k\}, \quad (4)$$

где c_k – величина управляющего воздействия k -го типа. Например, для управляющего воздействия типа «покупка или продажа ЭЭ» величина c_k может принимать значения в диапазоне $[-P_{in}\Delta t, P_{out}\Delta t]$, где P_{in}, P_{out} – максимальная мощность узла на прием и отдачу ЭЭ из сети соответственно, Δt – дискретность планирования поведения узла по времени.

Целевая функция $F(\bar{k}_i)$ представлена в виде суммы экономического эффекта работы узла микроЭЭС в результате торгов на локальном рынке ЭЭ и набора штрафных функций. Штрафные функции учитывают негативные последствия, вызванные перезарядом и глубоким разрядом накопителя, наличием небаланса генерируемой и потребляемой электроэнергии в узле микроЭЭС на заданном интервале действия команды, потреблением топлива резервным генератором и снижением ресурса при включении такого генератора, а также штраф за незапланированное отключение управляемой нагрузки, подключенной к узлу микроЭЭС.

$$F(\bar{k}_i) = E_i + f_{\text{АБ}} + f_{\text{БАЛ}} + f_{\text{ДГ}} + f_{\text{УН}}, \quad (5)$$

где E_i – экономический эффект – разность между стоимостью проданной и купленной ЭЭ, $f_{\text{АБ}}$ – штрафная функция использования СНЭЭ, в том числе, штраф за перезаряд или переразряд накопителя (может быть многоступенчатым в зависимости от глубины заряда или разряда); $f_{\text{БАЛ}}$ – штраф за неба-

ланс генерируемой и потребляемой ЭЭ; $f_{\text{дг}}$ – штраф за использование резервного генератора, в том числе учитывающий снижение ресурса оборудования при каждом запуске установки; $f_{\text{ун}}$ – штраф за незапланированное отключение управляемой нагрузки потребителей, такой нагрузкой могут являться например электрочаговые станции для электромобилей; \bar{k}_i – команды управления оборудованием на интервале планирования i . Данное выражение составлено на основе метода главного критерия, в роли которого выступает экономический эффект работы узла микроЭЭС для собственника этого устройства. Остальные критерии переведены в разряд ограничений, нарушение которых приводит к значительному увеличению штрафных функций, показывающих неудовлетворительный результат при сравнении альтернативных вариантов.

В связи с тем, что целевая функция $F(K)$ является недифференцируемой, для определения оптимального значения K требуется применение специальных методов оптимизации. Поэтому для решения задач, относящихся к планированию поведения сложных технических систем, используются нейронные сети [1-3], генетические и эволюционные алгоритмы [4-6], а также марковские процессы принятия решений [7-8].

Рассмотрены два способа определения оптимальной последовательности управляющих воздействий: с применением генетического алгоритма и с применением динамического программирования для решения задачи моделирования марковских цепей.

III. Применение генетического алгоритма

Задача планирования работы микроЭЭС представляет собой нахождение такой последовательности операций купли и продажи ЭЭ, управления подключенным оборудованием (управляемая нагрузка, резервный генератор и др.) в каждый промежуток времени (например, 1 час) в течение следующих 24 часов, которая бы обеспечивала учет следующих критериев оптимальности: бесперебойность электроснабжения, минимизация затрат на закупку ЭЭ, достижение максимальной прибыли от продажи ЭЭ. При этом на решение накладываются дополнительные технические ограничения, вызванные влиянием предельных значений пропускной способности линий электропередачи, максимальной емкости СНЭЭ, скорости заряда и разряда СНЭЭ, деградации характеристик СНЭЭ при работе вне определяемых паспортных режимов устройства.

Для решения подобного класса задач хорошо зарекомендовали себя генетические алгоритмы (ГА) [4-6, 9-10]. Первую часть генома «особи» ГА в решаемой задаче составляют целые числа в диапазоне $c_{\text{лрЭ}} \in [-L; L]$ характеризующие поведение узла микроЭЭС в каждый час в течение следующих 24 часов, где L – мощность, покупаемая или продаваемая на локальном рынке ЭЭ, приведенная к целому числу. Отрицательные значения «гена»

характеризуют работу узла микроЭЭС в режиме покупки ЭЭ на локальном рынке на i -ом шаге планирования. Положительные значения характеризуют работу в режиме продажи накопленной ЭЭ. Вторая часть генома «особи» представлена значениями управляющих воздействий на собственную нагрузку узла (отключение групп нагрузок) $c_{ун}$ и значение управляющего воздействия на резервный генератор $c_{дг}$. Допустимыми значениями $c_{ун}$ являются целые числа в диапазоне $[0...N_{ун}]$ по количеству отключаемых групп нагрузок $N_{ун}$. Допустимыми значениями $c_{дг}$ являются только 0 и 1 соответствующие командам на отключение и включение резервного генератора. «Особью» в терминах ГА является последовательность «генов» $[c_{лрЭ1}, c_{лрЭ2}, ..., c_{лрЭ24}, c_{дг1} ... c_{дг24}, c_{ун1} ... c_{ун24}]$.

Целевая функция задана указанной выше формулой $F(K)$. Принцип решения задачи планирования с помощью ГА заключается в создании исходной популяции особей путем случайного выбора последовательности генов для каждой из них и выполнении на полученной популяции следующих операций:

- вычисление значения фитнес-функции для каждой особи и сортировка особей в порядке возрастания фитнес-функции;
- разбиение популяции на четыре части: лучшая особь (с минимальным значением фитнес-функции), особи для скрещивания (следующие 25 % особей популяции), особи для мутации (следующие 25 % особей популяции), остальные особи;
- среди особей второй группы проводится операция скрещивания (*crossingover*), заключающаяся в случайной замене части генов на гены лучшей особи;
- среди особей третьей группы проводится случайное изменение части генов (*mutation*);
- особи четвертой группы заменяются вновь созданными особями со случайным набором генов.

Приведенные выше операции повторяются до выполнения одного из двух условий: значение целевой функции лучшей особи не изменялось в течение заданного количества итераций или достигнуто заданное значение количества итераций. Геном лучшей особи, полученный после завершения работы алгоритма, является решением задачи планирования.

IV. Применение метода динамического программирования

Вторым рассмотренным способом управления узлом микроЭЭС является способ планирования управления с использованием динамического программирования (ДП), успешно используемых для решения задач распределения нагрузки между генерирующими установками, оптимизации долгосрочных режимов гидроэлектростанций и эксплуатационных режимов систем электроснабжения.

Перейдя от непрерывной области значений состояний системы и команд к дискретной, можно свести задачу оптимального управления к двумерной задаче поиска оптимального маршрута. В таком случае допустимым пространством состояний системы будет являться ориентированный граф S , включающий уровни заряда накопителя для каждого из интервалов рассматриваемого периода планирования. Граф S ориентирован таким образом, чтобы предотвратить возможность возврата на состояние из предыдущего интервала планирования, а также ограничить возможные переходы между состояниями с учетом допустимых скоростей заряда и разряда накопителя.

Пример графа состояний S представлен на рис. 1.

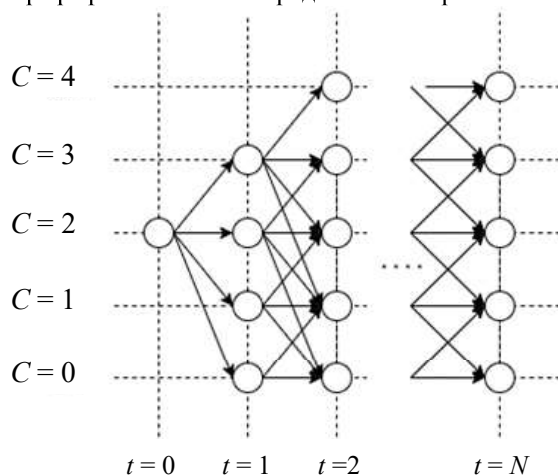


Рис. 1. Ориентированный граф состояний микроЭЭС

Fig. 1. Directed graph of microgrid states

По вертикальной оси представлено пространство уровней заряда СНЭЭ в микроЭЭС, по горизонтальной – интервалы планирования. Окружностями отмечены возможные состояния системы, а стрелками – допустимые направления перехода между этими состояниями.

Задача планирования режима микроЭЭС может быть решена с применением ДП путем разбиения задачи поиска пути на ориентированном графе на подзадачи поиска пути между отдельными частями графа. Таким образом, для каждого состояния на графе S определяется наилучшее предыдущее состояние, обеспечивающие переход в данное с наименьшим значением фитнес-функции. Затем для каждого допустимого конечного состояния S на последнем интервале в диапазоне планирования проводится расчет

оптимального пути через пространство состояний S . Из полученных значений выбирается конечное состояние, характеризующееся наименьшим значением фитнес-функции. Применение ДП для решения подобных задач часто сталкивается со значительным увеличением пространственной сложности алгоритма в связи с резким ростом количества рассматриваемых вариантов. Для решения этой проблемы в алгоритме предусмотрено объединение решений по критерию равенства уровней заряда СНЭЭ и интервала планирования. При этом каждому состоянию системы на графе S присваивается одно (наилучшее) значение целевой функции и соответствующий этому значению вектор перехода из предыдущего состояния.

На рис. 2 представлены граф состояний S микроЭЭС (снизу) и плана работы (сверху), полученного с помощью ДП.

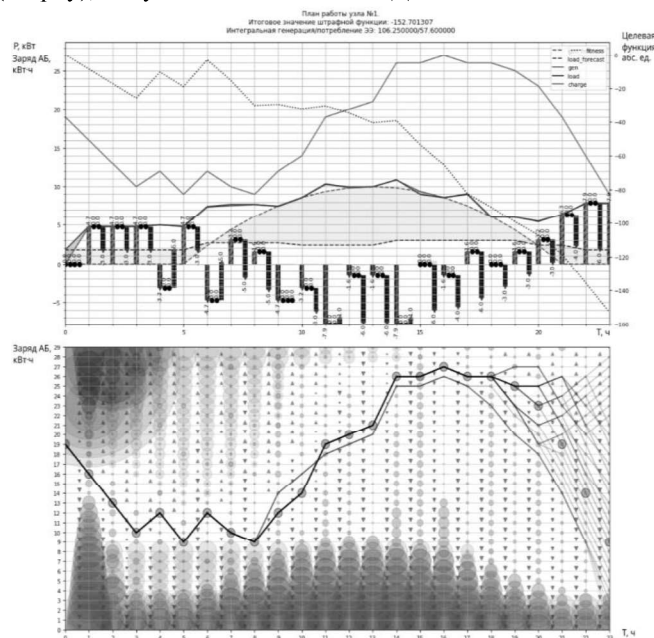


Рис. 2. Планирование работы и граф состояний микроЭЭС, полученный с помощью ДП

Fig. 2. Operation plan and state graph of microgrid using DP method

Сплошной серой линией отмечены возможные траектории изменения состояния микроЭЭС в течение 24 часов, удовлетворяющие всем ограничениям. Серыми точками отмечена оптимальная траектория изменения состояния микроЭЭС. Зеленые и красные круги соответствуют отклонению

баланса энергии в микроЭЭС, которое не может быть скомпенсировано имеющимися источниками ЭЭ и СНЭЭ. Красные и зеленые стрелки отражают использование резервного генератора и управляемой нагрузки соответственно. Синие круги показывают суммарную величину штрафной функции.

Сравнение результатов работы предложенных способов приведено на рис. 3 и 4.

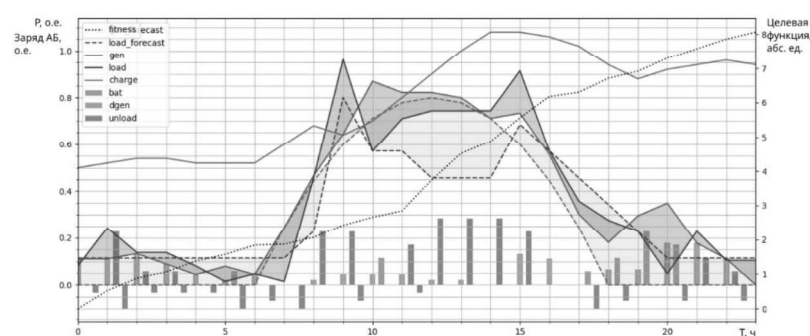


Рис. 3. Планирование режима микроЭЭС с помощью ГА

Fig. 3. Microgrid operation plan using GA method

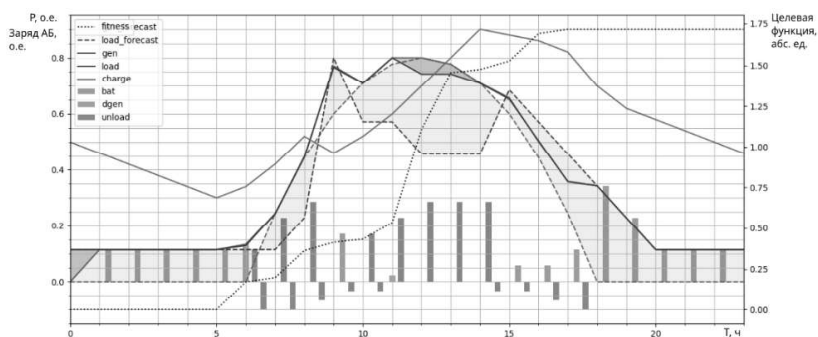


Рис. 4. Планирование режима микроЭЭС с помощью ДП

Fig. 4. Microgrid operation plan using DP method

Сплошными зелеными и красными линиями на графиках представлены планируемые значения генерируемой и потребляемой мощности, голубая область между ними характеризует небаланс мощности в плане работы микроЭЭС. Синяя сплошная линия показывает уровень заряда СНЭЭ микроЭЭС. Штриховые зеленые и красные линии показывают прогнозные

значения вырабатываемой и потребляемой мощности, которые используются в качестве входных данных в алгоритмах планирования. Пунктирная линия показывает значение целевой функции. Синий и коричневый столбцы на графике показывают рассчитанные алгоритмом планирования управляющие воздействия на управляемую нагрузку и резервный генератор соответственно. Зеленые и красные столбцы показывают рассчитанные алгоритмом планирования ожидаемые изменения заряда СНЭЭ (уменьшение и увеличение соответственно).

V. Заключение

Как видно из графиков на рис. 3 и 4, оба алгоритма дают схожие результаты. Отличительными особенностями метода планирования режима с использованием ДП являются его детерминированность и более высокая скорость работы, но качество работы алгоритма будет значительно отличаться в зависимости от конкретной реализации в программе для ЭВМ.

Метод планирования режима на основе ГА показывает значительно более долгое (и непрогнозируемое) время получения результата и не гарантирует повторение результата при повторном запуске расчета, но при этом не требует внесения значительных изменений в алгоритм при изменении количества управляемых параметров микроЭЭС.

Таким образом, управление на основе прогнозов является перспективным методом управления микроЭЭС, позволяющим увеличить их технико-экономическую эффективность за счет рационального использования доступных технических средств.

© Волошин Е.А., 2025

© Лачугин В.Ф., 2025

© Волошин А.А., 2025

Поступила в редакцию 05.11.2025

Принята к публикации 01.12.2025

Received 05.11.2025

Accepted 01.12.2025

Библиографический список

- [1] Salehi M., Tavakkoli-Moghaddam R. Application of genetic algorithm to computer-aided process planning in preliminary and detailed planning // *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. 2009. Vol. 22. No. 8. P. 1179-1187. DOI: 10.1016/j.engappai.2009.04.005
- [2] Duan G., Yu Y. Problem-specific genetic algorithm for power transmission system planning // *Electric Power Systems Research*. 2002. Vol. 61. No. 1. P. 41-50. DOI: 10.1016/S0378-7796(01)00191-2
- [3] Leite P., Carneiro A., Carvalho A. Energetic operation planning using genetic algorithms // *IEEE Transactions on Power Systems*. 2002. Vol. 17. No. 1. P. 173-179. DOI: 10.1109/MPER.2001.4311153

- [4] Yang G.Y., Dong Z.Y., Wong K.P. A modified differential evolution algorithm with fitness sharing for power system planning // *IEEE Transactions on Power Systems*. 2008. Vol. 23. No. 2. P. 514-522. DOI: 10.1109/TPWRS.2008.919420
- [5] Park Y.B., Kim H.S. Simulation-based evolutionary algorithm approach for deriving the operational planning of global supply chains from the systematic risk management // *Computers in Industry*. 2016. Vol. 83. P. 68-77. DOI: 10.1016/j.compind.2016.09.003
- [6] Michalewicz Z. Evolutionary algorithms for constrained engineering problems // *Computers and Industrial Engineering*. 1996. Vol. 30. No. 4. P. 851-870.
- [7] Gopalan N. Planning with abstract Markov decision processes // *International Conference on Automated Planning and Scheduling*, June 18-23, 2017, Pennsylvania, USA. Vol. 27. P. 480-488. DOI: 10.1609/icaps.v27i1.13867
- [8] Wang C., Ping J., Lei S., Wang Z., Hou Y. Markov decision process-based resilience enhancement for distribution systems: an approximate dynamic programming approach // *IEEE Transactions on Smart Grid*. 2019. Vol. 11. No. 3. P. 1-8. DOI:10.1109/TSG.2019.2956740
- [9] Гарколь Н.С., Гунер М.В. Применение генетических алгоритмов в решении задач планирования производства и реализации продукции // *Вестник Томского государственного университета*. 2012. № 2. С. 72-79.
- [10] Архипов И.В. Применение генетического алгоритма для многокритериальной задачи календарного планирования // *Нучно-технічний вісник інформаційних технологій, механіки і оптики*. 2015. Т. 15. № 3. С. 525-531. DOI: 10.17586/2226-1494-2015-15-3-525-531

References

- [1] M. Salehi and R. Tavakkoli-Moghaddam, "Application of genetic algorithm to computer-aided process planning in preliminary and detailed planning", *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 22, no. 8, pp. 1179-1187, 2009. DOI: 10.1016/j.engappai.2009.04.005
- [2] G. Duan and Y. Yu, "Problem-specific genetic algorithm for power transmission system planning", *Electric Power Systems Research*, vol. 61, no 1, pp. 41-50, 2002. DOI: 10.1016/S0378-7796(01)00191-2
- [3] P. Leite, A. Carneiro and A. Carvalho, "Energetic operation planning using genetic algorithms", *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 17, no 1, pp. 173-179, 2002. DOI: 10.1109/MPER.2001.4311153
- [4] G.Y. Yang, Z.Y. Dong and K.P. Wong, "A modified differential evolution algorithm with fitness sharing for power system planning", *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 23, no. 2, pp. 514-522, May 2008. DOI: 10.1109/TPWRS.2008.919420
- [5] Y.B. Park and H.S. Kim, "Simulation-based evolutionary algorithm approach for deriving the operational planning of global supply chains from the systematic risk management", *Computers in Industry*, vol. 83, no. 68-77, 2016. DOI:10.1016/j.compind.2016.09.003
- [6] Z. Michalewicz, "Evolutionary algorithms for constrained engineering problems", *Computers and Industrial Engineering*, vol. 30, no. 4, pp. 851-870, 1996.

- [7] N. Gopalan, "Planning with abstract Markov decision processes", in proc. *International Conf. on Automated Planning and Scheduling*, June 18-23, 2017, Pennsylvania, USA, vol. 27, pp. 480-488. DOI: 10.1609/icaps.v27i1.13867
- [8] C. Wang, J. Ping, S. Lei, Z. Wang and Y. Hou, "Markov decision process-based resilience enhancement for distribution systems: an approximate dynamic programming approach", *IEEE Transactions on Smart Grid*, vol. 11, no. 3, pp. 1-8, 2019. DOI:10.1109/TSG.2019.2956740
- [9] N.S. Garkol' and M. Guner, "Application of genetic algorithms to the production and selling problems", *Bulletin of Tomsk State University*, no. 2, pp. 72-79, 2012.
- [10] I.V. Arkhipov, "Genetic algorithm application for multi-criteria scheduling problem", *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, no. 3, pp. 525-531, 2015. DOI: 10.17586/2226-1494-2015-15-3-525-531

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Волошин Евгений Александрович, старший преподаватель Национального исследовательского университета «МЭИ», г. Москва, Российская Федерация.

Evgeniy A. Voloshin, senior lecturer of the National Research University «Moscow Power Engineering Institute», Moscow, Russian Federation.

Лачугин Владимир Фёдорович, доктор технических наук, профессор Национального исследовательского университета «МЭИ», г. Москва, Российская Федерация.

Vladimir F. Lachugin, D. Sci. (Eng.), professor of the National Research University «Moscow Power Engineering Institute», Moscow, Russian Federation.

Волошин Александр Александрович, кандидат технических наук, доцент Национального исследовательского университета «МЭИ», г. Москва, Российская Федерация.

Alexander A. Voloshin, Cand. Sci. (Eng.), associate professor of the National Research University «Moscow Power Engineering Institute», Moscow, Russian Federation.