

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ

<https://doi.org/10.24223/1999-5555-2020-13-2-84-90>

УДК 621.311

Цифровая трансформация системы управления теплоэнергетикой России с целью оптимизации тарифно-ценовой нагрузки на потребителей

Гребчак Е. П.*, Логинов Е. Л., Чиналиев В. У.

Министерство энергетики Российской Федерации
ул. Щепкина, 42, 107996, г. Москва, Россия

Поступила / Received 11.11.2019

Принята к печати / Accepted for publication 07.05.2020

Разработка и реализация стратегии организационной реконфигурации цифровой теплоэнергетической суперсистемы для упорядочения процессов обеспечения структурированных технологических зон теплом является основой создания координированной системы оптимизации тарифно-ценовой нагрузки на потребителей тепла и электроэнергии в экономике России. Внедрение в отрасли механизма регулирования процессов предоставления теплоэнергетических услуг на основе перехода к системе Единых теплоснабжающих организаций (ЕТО) и обеспечения окупаемости инвестиций ценового тренда на рынке тепла с возможностью перевода ведомственной отчетности и аналитики на единую нормативную правовую основу позволяет регулировать работу теплоэнергетики как подсистемы ТЭК России с общей информационно-технологической платформой. Предлагается разработать методологию построения математических оценок показателей надежности оказываемых теплоэнергетических услуг в виде аналитических зависимостей и имитационных моделей с учетом комплексного характера работы сетей передачи электроэнергии и транспортировки тепла и информационных систем, обеспечивающих обработку, хранение и распространение цифровых данных и документов. Ключевыми мероприятиями являются: разработка методологии построения математических оценок показателей надежности оказываемых теплоэнергетических услуг в виде аналитических зависимостей и имитационных моделей; цифровых методов обнаружения опасных воздействий; алгоритмов сохранения информации в присутствии естественных и искусственных помех; цифровых методов оптимизации, модернизации и трансформации производственных цепочек и процессов, моделей управления и процедур планирования для нейтрализации угроз надежности оказываемых теплоэнергетических услуг. Итогом должно быть создание компьютерной информационной системы моделирования воздействий на электро- и теплосетевое хозяйство.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: теплоэнергетика, топливно-энергетический комплекс, оборудование, информационная система, цифровизация, управление

Благодарности

Статья подготовлена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 19-010-00956 А «Стратегия внедрения элементов цифровой экономики России для оптимизации взаимодействия агрегированных групп экономических агентов на основе развития логистики цифровых активов и интеллектуальной мобильности»).

Адрес для переписки:

Гребчак Е. П.
Минэнерго России
ул. Щепкина, 42, 107996, г. Москва, Россия
e-mail: Grabchak.eugene@gmail.com

Address for correspondence:

Grabchak E. P.
Ministry of Energy of Russia
st. Shchepkina, 42, 107996, Moscow, Russia
e-mail: Grabchak.eugene@gmail.com

Для цитирования:

Гребчак Е. П., Логинов Е. Л., Чиналиев В. У. Цифровая трансформация системы управления теплоэнергетикой России с целью оптимизации тарифно-ценовой нагрузки на потребителей. Надежность и безопасность энергетики. 2020 – Т. 13, №2. – С. 84 – 90.
<https://doi.org/10.24223/1999-5555-2020-13-2-84-90>

For citation:

Grabchak E. P., Loginov E. L., Chinaliev V. U. [Digital transformation of Russia's thermal power industry management system for optimization of consumers' expenditures determined by tariffs and prices]. Nadezhnost' i bezopasnost' energetiki = Safety and Reliability of Power Industry. 2020, vol. 13, no. 2, pp. 84 – 90. (in Russian)
<https://doi.org/10.24223/1999-5555-2020-13-2-84-90>

Digital transformation of Russia's thermal power industry management system for optimization of consumers' expenditures determined by tariffs and prices

Grabchak E. P.*, Loginov E. L., Chinaliev V. U.

*Ministry of Energy of the Russian Federation
st. Shchepkina, 42, 107996, Moscow, Russia*

The development and implementation of a strategy for organizational reconfiguration of a digital heat and power super system to streamline the processes of providing structured technological zones with heat makes the basis for creating a coordinated system for optimizing the tariff and price load on heat and electricity consumers in the Russian economy. Providing the industry with a mechanism for regulating the processes of rendering heat energy services based on the transition to the system of Unified Heat-Supply Organizations (ETOs) and ensuring a return on price trend investment in the heat market with the possibility of transferring departmental reporting and analytics to a single regulatory legal basis enables regulating the operation of the power system as a subsystem of the Russian energy sector with a common information technology platform. It is proposed to develop a methodology for constructing mathematical estimates of reliability indicators of provided heat and power services in the form of analytical relationships and simulation models, taking into account the complex nature of the operation of electric power transmission and heat transportation networks as well as information systems that provide processing, storage and distribution of digital data and documents. The key activities are: development of a methodology for constructing mathematical estimates of reliability indicators of provided heat and power services in the form of analytical relationships and simulation models; development of digital methods for detecting hazardous effects; development of algorithms for storing information in the presence of natural and artificial interference; development of digital methods for optimization, modernization and transformation of production chains and processes, control models and planning procedures to neutralize threats to the reliability of provided heat and power services. The result should be the creation of a computer-based information system for modeling impacts on the electric and heat grid facilities.

KEYWORDS: heat power engineering, fuel and energy complex, equipment, information system, digitalization, management

Acknowledgments

This article was prepared with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research (project No. 19-010-00956 A "Strategy for introducing elements of the digital economy of Russia to optimize the interaction of aggregated groups of economic agents based on the development of digital asset logistics and intellectual mobility").

Накопившиеся экономические и технические проблемы в топливно-энергетическом комплексе, а также проявления глобальных кризисных явлений продемонстрировали уязвимость социально-экономической ситуации в нашей стране к диспропорциям и ухудшению технических показателей в теплоэнергетике России [1].

В Докладе Министра энергетики России А. Новака об итогах работы топливно-энергетического комплекса в 2018 г. и задачах на 2019 г. на заседании Правительства Российской Федерации отмечалось, что объем рынка теплоэнергии оценивается в 1,5 трлн руб., а платежи за тепло составляют более 50% в коммунальных расходах населения. При этом отрасль недофинансирована. Ежегодные госсубсидии составляют около 150 млрд руб. при потребности в 200 млрд руб. Частные инвестиции оцениваются примерно в 90 млрд руб. в год, а потребность — в 250 млрд руб.

Слабым местом теплоэнергетики России является избыток тепловой мощности. На сегодня ТЭЦ загружены не более чем на 30% установленной мощности, а котельные — в среднем на 15%. Неконкурентоспособность ТЭС на оптовом рынке электроэнергии при-

водит к тому, что станции этого типа получают статус «вынужденных по теплу», т. е. их невозможно по каким-либо причинам вывести из эксплуатации (например, они являются единственным источником теплоэнергии в регионе), но они получают гарантированный тариф, чтобы покрыть свои высокие расходы. Сейчас на рынке работают 10 ГВт «вынужденных», это обходится энергорынку более чем в 9 млрд руб. [2].

Субсидирование рынка теплоэнергетики за счет рынка электроэнергетики, отсутствие долгосрочных тарифов не оставляет теплогенерирующим компаниям мотивации к оптимизации и развитию отрасли [3]. В связи с этим большая доля оборудования достигла критических значений по износу.

Например, как отметил в своем выступлении секретарь Совета Безопасности России Н. Е. Патрушев, в Северо-Западном федеральном округе объекты теплоэнергетического комплекса имеют высокий износ оборудования и сетей: износ оборудования теплоэлектроцентралей и объектов теплоснабжения достигает 80%, магистральных трубопроводов со сроком эксплуатации более 30 лет — около 44%, более половины электросетевого

оборудования работает свыше нормативного срока.

Несмотря на то, что в целом практически все отрасли экономики России переориентировались на рыночные правоотношения, в сфере теплоснабжения механизмы рынка до сих пор в полной мере не действуют. Отрасль остается убыточной. Экономические отношения в значительной степени зарегулированы. Правила неустойчивы. Во многих случаях решения основываются на социально-политическом значении вопросов. Сохраняются межведомственные противоречия в распределении функций регулирования деятельности в сфере теплоснабжения между федеральными органами власти и между уровнями государственного управления. Техническое регулирование отрасли имеет много пробелов [4].

В отрасли реализуется программа модернизации. Так, по итогам отбора проектов ТЭС для модернизации с вводом в 2022–2024 гг. летом 2019 г. были отобраны 45 проектов: 30 (суммарные капзатраты по ним оцениваются в 61,6 млрд рублей) — в ходе конкурентного отбора мощности для модернизации, еще 15 (63,5 млрд рублей) — в рамках квоты Правительственной комиссии по вопросам развития электроэнергетики. При этом в Единой энергосистеме сформировалась региональная специализация: 29 газовых проектов будут реализованы в центре России и на Урале (первая ценовая зона (1 ЦЗ)), в Сибири в первую волну программы вошли 16 угольных проектов. Всего в период реализации программы (2022–2031 гг.) планируется обновить до 41 ГВт мощностей, потратив на это до 1,9 трлн рублей (в том числе 200 млрд — на модернизацию в неценовых зонах). Источником возврата инвестиций генераторам станут так называемые высвобождающиеся средства — деньги, «остающиеся невостребованными» на энергорынке по мере завершения платежей по первой программе договоров предоставления мощности (ДПМ) [5].

При этом удовлетворение спросовых сигналов на снижение стоимости услуг в отрасли, в частности, с помощью функционирования ценовых зон теплоснабжения, только частично решает проблему модернизации отрасли [6]. Тарифно-ценовые диспропорции в отношении работы отдельных теплоэнергетических компаний требуют нахождения механизма выравнивания цен и тарифов на тепло и электроэнергию по компаниям и регионам России [7].

В этих условиях в соответствии с положениями реформы рынка тепловой энергии, предусматривается концентрация производственно-финансовых потенциалов теплоэнергетических компаний в рамках перехода к системе ЕТО. В рамках новой модели ЕТО наделяется широкими полномочиями, она фактически будет ответственна за всю цепочку теплоснабжения в рамках своей территории. ЕТО сможет отбирать поставщиков тепла, предложивших лучшую цену за качественное теплоснабжение, отвечать за модернизацию теплообъектов, ремонтировать сети и нести ответственность за надежность теплообеспечения в целом.

На основе перехода к системе ЕТО предлагается

интегрировать функции управления, контроля и распределения информации в отношении работы производственных мощностей теплоэнергетики и систем централизованного теплоснабжения в единой региональной системе теплоэнергетических компаний и теплоэнергетических дивизионов крупных энергокомпаний.

Функционированию ЕТО должна способствовать цифровизация систем управления в отрасли [8; 9].

Минэнерго России при участии компаний теплоэнергетического комплекса сформировало проект «Цифровая энергетика». Целью его создания является цифровая трансформация отраслей ТЭК с учетом приоритетов, обозначенных Президентом РФ, и положений национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». Проект призван систематизировать имеющийся опыт внедрения цифровых технологий, обеспечить формирование целевого видения цифровизации ТЭК, а также базовых требований и критериев к внедряемым решениям, которые позволят состыковать их в доверенной цифровой среде. Ключевой организационной задачей проекта является построение системы координации цифровой трансформации ТЭК России [10].

Ранее информационное обеспечение отдельных функций Минэнерго России в сфере государственного регулирования ТЭК исторически осуществлялось разрозненными информационными системами. Сейчас внедряется ряд информационных платформ для повышения наблюдаемости процессов функционирования топливно-энергетического комплекса. С их полноценным функционированием будет решена задача интеграции информационных потоков и нового качества информационно-аналитического обеспечения государственного управления развитием ТЭК России и функционирования энергетических рынков.

Выработка нового — цифрового — формата организационной интеграции группы теплоэнергетических компаний путем упорядочения обновления и модернизации производственных фондов с опорой на введение ЕТО создает новые, более широкие, возможности повышения эффективности управления компаниями отрасли [11; 12].

Разработка и осуществление в экономике России стратегии упорядочения обновления и модернизации производственных фондов теплоэнергетики с новой конфигурацией теплоэнергетических компаний вследствие формирования ЕТО (как базы для организационной реконфигурации цифровой теплоэнергетической суперсистемы с целью упорядочения процессов обеспечения структурированных технологических зон теплом) является основой создания координированной системы оптимизации тарифно-ценовой нагрузки на потребителей тепла и электроэнергии. Создаются возможности формирования рыночных финансовых источников на реализацию инвестиционных проектов в теплоэнергетической отрасли России, расширения объемов контролируемых производственных мощностей теплоэнерге-

тики и систем централизованного теплоснабжения.

Предлагаются следующие меры, направленные на стимулирование модернизационных преобразований в отрасли:

- формирование организационной схемы создания и функционирования ЕТО (как базы для организационной реконфигурации цифровой теплоэнергетической суперсистемы для упорядочения процессов обеспечения структурированных технологических зон теплом), а также механизмов регулирования обновления и модернизации производственных мощностей теплоэнергетики и систем централизованного теплоснабжения;

- совершенствование экономической модели ценообразования в рамках развития рынка тепла для оптимизации тарифно-ценовой нагрузки на потребителей тепла и электроэнергии для эффективного обеспечения подконтрольных технологических зон теплом;

- выстраивание контура регулирования производственной и экономической информации в отрасли с введением полноценно функционирующей государственной информационной системы (ГИС) ТЭК, в т. ч. в отношении обновления и модернизации производственных мощностей теплоэнергетики и систем централизованного теплоснабжения, для мониторинга и координации реальных процессов предоставления теплоэнергетических услуг и ценового тренда на рынке тепла;

- стратегическое позиционирование иностранных инвесторов в отношении вложений в инвестиционные проекты теплоэнергетических компаний и теплоэнергетических дивизионов крупных энергокомпаний России с новой конфигурацией теплоэнергетических компаний вследствие формирования ЕТО с учетом мировых и локальных финансово-экономических циклов и финансовой конъюнктуры;

- формирование механизма, позволяющего оперативно идентифицировать идущие изменения в процессах обновления и модернизации производственных фондов через формирование в отрасли распределенного реестра цифровых транзакций на основании новых — цифровых — стандартов обмена информацией в теплоэнергетической суперсистеме;

- увязка методов решения проблем инвестиционного стимулирования модернизации отрасли как на тарифно-ценовой, так и на внетарифной основе с относительно стабильным спектром регуляционных изменений и операционных механизмов реальных процессов предоставления теплоэнергетических услуг и ценового тренда на рынке тепла.

Упорядочение процесса организационного развития региональных теплоэнергетических компаний и упорядочение доступа к информации в рамках цифровых транзакций с учетом перспективной квазиинтеграции информационного обмена в отношении данных от ЕТО позволяет обеспечить управляемость процесса модернизации отрасли [13, 14].

С учетом комплексного характера работы отрас-

левых сетей передачи электроэнергии и транспортировки тепла и информационных систем, обеспечивающих обработку, хранение и распространение цифровых данных и документов требуется разработать адаптированную к особенностям отрасли методологию построения математических оценок показателей надежности оказываемых теплоэнергетических услуг в виде аналитических зависимостей и имитационных моделей.

Разработанные математические оценки показателей надежности оказываемых теплоэнергетических услуг и имитационные модели позволят получать достоверные оценки эффективности мер повышения надежности, сокращения аварий и отключений от угроз и обеспечат возможность обоснованного выбора средств защиты и минимизации рисков и угроз автоматизированному документообороту в рамках сложных теплоэнергетических систем.

Необходимо проводить анализ ситуации с переполнением информационной системы сложно- и неструктурированными данными, превышающими имеющиеся возможности вычислительной обработки и передачи цифровых данных по телекоммуникационным каналам, использовать специальные методы преодоления проявления угроз надежности оказываемых теплоэнергетических услуг. Требуются инновационные архитектуры, способные адекватно описывать функциональные характеристики потоков в условиях сложной, динамически изменяемой информационной среды с элементами smart grid на всех различных уровнях иерархии с учетом динамики их изменения.

Для обнаружения опасных воздействий и нейтрализации угроз надежности оказываемых теплоэнергетических услуг необходимо разработать следующие методики:

- методику описания типовых функциональных моделей информационной системы для обеспечения телекоммуникационных потоковых задач;

- методику настройки шаблонных моделей поведения для описания прохождения в них потоков в условиях сложной, динамически изменяемой информационной среды с элементами smart grid и динамики их изменения;

- методику выявления вариантов поведения, свидетельствующих о наличии фактов опасных воздействий для оптимизации, модернизации и трансформации производственных цепочек и процессов, моделей управления и процедур планирования, ведущих к изменению характеристик поведения системы.

Для внедрения методик обнаружения опасных воздействий и нейтрализации угроз надежности оказываемых теплоэнергетических услуг с помощью технологий больших цифровых данных и технологий искусственного интеллекта необходимо разработать специальные нейросетевые архитектуры, основанные на иерархическом графовом представлении вариантов динамики изменения информационных потоков в условиях сложной, динамически изменяемой информационной среды.

Внедрение цифровых технологий предполагается проводить путем внедрения аппаратно-программных средств, обеспечивающих анализ информационных потоков и выдающих сигналы для принятия мер организации вычислительных процессов их расчета на аппаратной части комплекса.

Рассматриваемые технологии позволяют применять цифровые методы обнаружения опасных воздействий для оптимизации, модернизации и трансформации производственных цепочек и процессов, моделей управления и процедур планирования для нейтрализации угроз надежности оказываемых теплоэнергетических услуг в рамках перспективных информационных систем широкого профиля.

При внедрении цифровых технологий целесообразно учесть вероятность переполнения информационной системы сложно- и неструктурированными данными, превышающими имеющиеся возможности вычислительной обработки и передачи цифровых данных по телекоммуникационным каналам, также и угрозы получения неверной или ненужной информации.

Необходима разработка алгоритмов сохранения информации в присутствии естественных и искусственных помех в условиях сложной, динамически изменяемой информационной среды с элементами smart grid, построенных на основе получения и обработки параметрической информации, ориентированной на широкий спектр используемого оборудования для реализации сбора, накопления, хранения и обмена цифровыми данными обо всех звеньях производственных цепочек и процессов.

В ходе разработки алгоритмов сохранения информации в присутствии естественных и искусственных помех в условиях сложной, динамически изменяемой информационной среды с элементами smart grid, обеспечивающих стойкость против известных видов переполнения информационной системы сложно- и неструктурированными данными, превышающими имеющиеся возможности вычислительной обработки и передачи цифровых данных по телекоммуникационным каналам, необходимо реализовать процедуры синхронизации получения и обработки параметрической информации для передающей и принимающей стороны, обеспечивающие повышение надежности, сокращение аварий и отключений.

Ключевые мероприятия:

- разработка методологии построения математических оценок показателей надежности оказываемых теплоэнергетических услуг в виде аналитических зависимостей и имитационных моделей с учетом комплексного характера взаимоотношений систем технического состояния инфраструктуры и режимов работы сетей передачи электроэнергии в теплоэнергетике и информационных систем, обеспечивающих обработку, хранение и распространение цифровых данных и документов;
- разработка цифровых методов обнаружения

опасных воздействий для оптимизации, модернизации и трансформации производственных цепочек и процессов, моделей управления и процедур планирования для нейтрализации угроз надежности оказываемых теплоэнергетических услуг на основе анализа высокоуровневых функциональных характеристик, составление прогнозов и сценариев возможных изменений с помощью технологий больших цифровых данных и технологий искусственного интеллекта;

- разработка алгоритмов сохранения информации в присутствии естественных и искусственных помех в условиях сложной, динамически изменяемой информационной среды для обеспечения наблюдаемости технического состояния инфраструктуры при реализации сбора, накопления, хранения и обмена цифровыми данными о всех звеньях производственных цепочек и процессов;

- разработка цифровых методов обнаружения опасных воздействий для оптимизации, модернизации и трансформации производственных цепочек и процессов, моделей управления и процедур планирования для нейтрализации угроз надежности оказываемых теплоэнергетических услуг.

Итогом должно быть создание компьютерной информационной системы моделирования воздействий на электро- и теплосетевое хозяйство в обычных и чрезвычайных условиях с опорой на новые вычислительные возможности с использованием элементов искусственного интеллекта, в том числе с использованием математических технологий на основе нечеткой логики, включая учет следующих эффектов:

- типовые факторы воздействия на объекты электро- и теплосетевого хозяйства в обычных условиях;
- ресурсные топливно-энергетические факторы, формирующие условия генерации и передачи электроэнергии (оборот электроэнергии в системе, связь с поступлением топливно-энергетических ресурсов в генерирующие компании и пр.);
- факторы воздействия вследствие чрезвычайных ситуаций естественного характера (природные, климатические и т. п. флуктуации: наводнения, пожары, грозы – молнии, ураганы, метеориты, температурные аномалии — жара, морозы, выпадение снега и ливни, обмерзание и оледенение, резкое обмеление рек и спад воды в водохранилищах при ГЭС и т. п.);
- факторы воздействия вследствие чрезвычайных ситуаций инициированного технического характера (информационные сетевые атаки (в т. ч. внедрение вирусов, перегружение каналов связи, ложные команды smart grid и т. п.), военные и террористические атаки, массовые беспорядки с захватом и повреждением объектов и т. п. — варианты атак, зоны поражения, возможность замещения отключившихся сегментов и объектов, замещения отключившихся систем связи, оптимальные маршруты и системы замещения и переконфигурации энергопоставок, необходимые запасы и места складирования с источниками финансирования, замещение выпадения управляющих центров, возможные источники срочного привлечения финан-

совых средств энергетических компаний на цели восстановления и пр.);

– факторы воздействия вследствие некорректной работы связанных обеспечивающих систем (например, ценовые пики на топливно-энергетические ресурсы, кризисная динамика падения курса рубля, банкротство системообразующего банка, приводящее к выпадению больших сумм финансовых средств энергетических компаний на банковских счетах, блокирование притока электроэнергии в единую энергосистему России из-за рубежа вследствие политических событий и пр.);

– организационные проблемы снижения управляемости отрасли в чрезвычайных условиях (кто и как будет принимать решения в случае внезапного отсутствия или бездействия управляющих органов энергетических компаний на различных уровнях (муниципальный, субъекта РФ, средней или крупной компании и пр.) — отсутствие членов дирекции, невозможность срочного сбора Совета директоров, отсутствие органов госуправления).

При формировании компьютерной информационной системы моделирования воздействий на электро- и теплосетевое хозяйство целесообразно предусмотреть возможность построения сценариев во временной, территориальной и объектной динамике с учетом иерархических уровней работы технических систем и организационных структур управления — коммерческих компаний и госведомств.

Компьютерная информационная система моделирования воздействий на электро- и теплосетевое хозяйство должна быть интегрирована с ГИС с возможностью установления и переконфигурирования технических и ресурсных связей между объектами как сетевыми элементами энергетической суперсистемы.

Информационная система моделирования должна позволять дополнять список воздействующих факторов другими — ранее не учтенными — факторами (физическими техногенными и природными, информационными, финансово-экономическими и пр.) и возможностью вводить в результаты моделирования анализ новых результирующих факторов (эффектов) и их взаимосвязей.

Выводы

1. Внедрение в отрасли механизма регулирования процессов предоставления теплоэнергетических услуг и обеспечения окупаемости инвестиций ценового тренда на рынке тепла с возможностью перевода ведомственной отчетности и аналитики на единую нормативную правовую основу позволяет регулировать работу теплоэнергетики как подсистемы ТЭК России с общей информационно-технологической платформой.

2. В итоге складывается возможность перехода к координационно-агрегированному управлению в отрасли, в том числе, обоснованному планированию

показателей социально-экономического развития как регионов России, так и теплоэнергетических компаний.

3. При этом одновременно решается задача реконфигурации объемов, структуры и условий модернизации и нового строительства производственных мощностей теплоэнергетики и систем централизованного теплоснабжения как базы для наращивания инвестиций, реализующихся в рамках структур теплоэнергетических компаний и теплоэнергетических дивизионов крупных энергокомпаний.

Список использованных источников

1. Салтыков М. А., Скакун А. Ю. Совершенствование формирования и использования финансовых ресурсов теплоэнергетической компании // Вектор экономики 2018; (7) 12 – 14.
2. В России началась реформа теплоэнергетики [Электронный ресурс] // <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2017/08/01/727294-reforma-teploenergetiki> (Дата обращения: 12.02.2020).
3. Развитие электроэнергетики / 14 ноября 2017 года [Электронный ресурс] // <http://kremlin.ru/events/president/news/copy/56071> (Дата обращения: 12.02.2020).
4. Теплоэнергетика и централизованное теплоснабжение России в 2015–2016 годы. Информационно-аналитический доклад. / Российское энергетическое агентство [Электронный ресурс] // <https://minenergo.gov.ru/node/10850> (Дата обращения: 12.02.2020).
5. Исполатов С. Между ТЭЦ и ПГУ [Электронный ресурс] // <https://peretok.ru/articles/strategy/20772/> (Дата обращения: 12.02.2020).
6. Raikov A., Zoidov K., Loginova V., Chernov A., Bortalevich V. A new level in a professional training in implementing the educational programs of interactive learning in a digital educational sphere. MATEC Web of Conferences 2018; (01023): 2.
7. Loginov E. L., Grigoriev V. V., Shkuta A. A., Sorokin D. D., Bortalevich V. Y. The use of artificial intelligence's elements to block the manifestations of individuals' behavioral activity going beyond the quasi-stable states. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2019; (012028): 1.
8. Sharapov V. I., Kudryavtseva E. V. Energy efficiency of low temperature deaeration of makeup water for a district heating systems. Power Technology and Engineering 2016; 50(2): 204 – 207.
9. Bahtizin A. R., Bortalevich V. Y., Loginov E. L., Soldatov A. I. Using artificial intelligence to optimize intermodal networking of organizational agents within the digital economy. Journal of Physics: Conference Series 2019; (12042): 3.
10. Минэнерго РФ сформировало проект «Цифровая энергетика» [Электронный ресурс] // <https://iot.ru/energetika/minenergo-rf-sformirovalo-proekt-tsifrovaya-energetika> (Дата обращения: 12.02.2020).
11. Loginov E. L., Grigoriev V. V., Shkuta A. A., Bortalevich V. Y., Sorokin D. D. Intelligent monitoring, modelling and regulation information traffic to specify the trajectories of the behaviour of organizational agents in the context of receipt of difficult-interpreted information. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2019; (012015): 1.
12. Orlov M. E., Sharapov V. I. Improving urban district heating systems and assessing the efficiency of the energy usage therein. Journal of Physics: Conference Series 2017; 891(012161): 1 – 6.

13. Raikov A., Trachuk A., Romanova Y., Loginova V., Bortalevich V. The convergence of the telematic, computing and information services as a basis for using artificial intelligence to manage complex techno-organizational systems. MATEC Web of Conferences 2018; (01027): 1.

14. Lepskiy V. E., Avdeeva Z. K., Raikov A. N. Disruptive situation management in digital economy. Proceedings of 2018 11th International Conference "Management of Large-Scale System Development", MLSD 2018. 2018; (8551949): 2.

References

1. Saltykov M. A., Skakun A. Yu. Improving the formation and use of financial resources of a heat energy company // Vector of Economics 2018; (7) 12–14. (In Russ.)

2. In Russia, the reform of the power system [Electronic resource] // <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2017/08/01/727294-reforma-teploenergetiki> (Access date: 12.02.2020) (In Russ.).

3. Development of the electric power industry / November 14, 2017 [Electronic resource] // <http://kremlin.ru/events/president/news/copy/56071> (Date of access: 12.02.2020) (In Russ.).

4. Heat power and centralized heat supply of Russia in 2015–2016. Information and analytical report. / Russian Energy Agency [Electronic resource] // <https://minenergo.gov.ru/node/10850> (Date of access: 12.02.2020) (In Russ.).

5. Ispolatov S. Between TPP and PSU [Electronic resource] // <https://peretok.ru/articles/strategy/20772/> (Date of access: 12.02.2020) (In Russ.).

6. Raikov A., Zoidov K., Loginova V., Chernov A., Bortalevich V. A new level in a professional training in implementing the educational programs of interactive learning in a digital educational sphere. MATEC Web of Conferences 2018; (01023): 2. (In Eng.)

7. Loginov E. L., Grigoriev V. V., Shkuta A. A., Sorokin D. D., Bortalevich V. Y. The use of artificial intelligence's elements to block

the manifestations of individuals' behavioral activity going beyond the quasi-stable states. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2019; (012028): 1. (In Eng.)

8. Sharapov V. I., Kudryavtseva E. V. Energy efficiency of low temperature deaeration of makeup water for a district heating systems. Power Technology and Engineering 2016; 50(2): 204–207. (In Eng.)

9. Bahtizin A. R., Bortalevich V. Y., Loginov E. L., Soldatov A. I. Using artificial intelligence to optimize intermodal networking of organizational agents within the digital economy. Journal of Physics: Conference Series 2019; (12042): 3. (In Eng.)

10. The Ministry of Energy of the Russian Federation formed the project "Digital Energy" [Electronic resource] // <https://iot.ru/energetika/minenergo-rf-sformirovalo-proekt-tsifrovaya-energetika> (Date of access: 12.02.2020) (In Russ.).

11. Loginov E. L., Grigoriev V. V., Shkuta A. A., Bortalevich V. Y., Sorokin D. D. Intelligent monitoring, modelling and regulation information traffic to specify the trajectories of the behaviour of organizational agents in the context of receipt of difficult-interpreted information. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2019; (012015): 1. (In Eng.)

12. Orlov M. E., Sharapov V. I. Improving urban district heating systems and assessing the efficiency of the energy usage therein. Journal of Physics: Conference Series 2017; 891(012161): 1–6. (In Eng.)

13. Raikov A., Trachuk A., Romanova Y., Loginova V., Bortalevich V. The convergence of the telematic, computing and information services as a basis for using artificial intelligence to manage complex techno-organizational systems. MATEC Web of Conferences 2018; (01027): 1. (In Eng.)

14. Lepskiy V. E., Avdeeva Z. K., Raikov A. N. Disruptive situation management in digital economy. Proceedings of 2018 11th International Conference "Management of Large-Scale System Development", MLSD 2018. 2018; (8551949): 2. (In Eng.)

