УДК 519.711.3+ 622.691.4
DOI: 10.15827/0236-235X.130.310-318

Дата подачи статьи: 19.03.20
2020. Т. 33. № 2. С. 310–318

Архитектура и режимы функционирования системы поддержки принятия решений по диспетчерско-организационному управлению объектами газоснабжения

Р.Р. Кантюков^{1,2}, к.т.н., доцент, зам. генерального директора по науке,
logist@muctr.ru

¹ *НИИ природных газов и газовых технологий – Газпром ВНИИГАЗ,
Московская обл., Ленинский р-н, 142717, Россия*

² *Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,
г. Москва, 125047, Россия*

В статье описываются разработанная система поддержки принятия решений по диспетчерско-организационному управлению объектами газоснабжения, ее архитектура, режимы функционирования и программно-информационное обеспечение.

Система создана на универсальной программной платформе 1С:8 с открытой архитектурой. Архитектура системы поддержки принятия решений включает восемь программных модулей, а также автоматизированное рабочее место диспетчера центра, которое имеет подсистему визуализации процессов газоснабжения и газораспределения.

Назначение системы поддержки принятия решений – обеспечить контроль за технологическим процессом транспорта газа, управление запорной арматурой с целью отключения ремонтных или аварийных участков региональной системы газоснабжения, предотвращение или локализация возможных аварий. Все данные, собранные системой на объектах региональной системы газоснабжения (крановые площадки, газораспределительные станции, головные газораспределительные пункты, шкафные распределительные пункты), передаются в диспетчерский центр на автоматизированное рабочее место и отображаются на мнемосхеме в удобной форме. Далее эта информация передается в центральную диспетчерскую, где на мнемосхеме отображается уже вся распределительная газопроводная система.

Система поддержки принятия решений имеет инструменты взаимодействия с такими функционально-организационными автоматизированными системами, как автоматизированная система бухгалтерского и налогового учета, автоматизированная система мониторинга и обеспечения безопасности объектов региональной системы газоснабжения, включая автоматизированную систему коммерческого учета расхода газа и управления устройствами контроля утечек газа в бытовых производственных помещениях, АСУ энергоресурсоэффективностью и контроллингом энергоресурсоэффективности, АСУ персоналом на основе повышения мотивации персонала к развитию информатизации и широкому применению средств информационно-компьютерных технологий.

Разработанная система поддержки принятия решений по диспетчерско-организационному управлению объектами газоснабжения предназначена для принятия многоатрибутных и многокритериальных решений в задачах контроля и управления газораспределением между потребителями в региональных системах газоснабжения.

Ключевые слова: *система поддержки принятия решений, программно-информационное обеспечение, автоматизированное рабочее место, система газоснабжения.*

Управление надежной энергоресурсоэффективной сложной системой газоснабжения (ССГ) и контроль за ее эксплуатацией – наиболее важные региональные задачи [1–4]. Для их решения разработана и внедрена система поддержки принятия решений (СППР) диспетчерско-организационного управления объектами газоснабжения [1, 2]. Основными функциональными задачами СППР являются следующие: оперативный сбор, хранение и представление информации о хозяйственно-экономиче-

ской деятельности ССГ низкого давления; автоматизация бизнес-процессов учета и хранения информации о составе и техническом состоянии ССГ и оборудования; автоматизация бизнес-процессов по оказанию услуг различным потребителям, в том числе населению, с обеспечением контроля всего баланса потребления газа [5].

Принятие решений в разработанной системе основано на многоатрибутном и многокритериальном методах. Обобщенная блок-

схема алгоритма принятия многоатрибутных и многокритериальных решений представлена на рисунке 1.

Неизвестные переменные модели принятия решений выделены в отдельный блок, что подчеркивает их значительное влияние на результаты принятия решений. Решение задачи многоатрибутного принятия решений основано на использовании различных операторов свертки, задача которых – преобразование многоатрибутных характеристик (показателей) в суммарные интегральные характеристики (показатели). Например, в качестве оператора свертки можно использовать оператор средневзвешенного преобразования вектора x в скалярный интегральный показатель

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^m a_i x_i, \quad \sum_{i=1}^m a_i = 1, \quad (1)$$

где x_i – известные параметры-атрибуты; m – количество известных параметров-атрибутов; a_i – весовые коэффициенты [6, 7].

С учетом неизвестных параметров формулу (1) можно переписать следующим образом:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^m a_i x_i + \sum_{j=m+1}^n a_j y_j, \quad \sum_{i=1}^n a_i = 1, \quad (2)$$

где x_i – известные параметры-атрибуты; y_j – неизвестные параметры; m – количество известных параметров-атрибутов; n – общее количество параметров.

С помощью формулы (2) можно оценить эффективность многоатрибутной средневзвешенной оценки (1) по формуле

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^m a_i x_i}{\sum_{i=1}^m a_i x_i + \sum_{j=m+1}^n a_j y_j}. \quad (3)$$

Здесь многоатрибутная оценка считается адекватной при $\eta > 0.8$.

Аналогичная проблема выбора оператора свертки для преобразования вектора целевых функций в скалярную целевую функцию возникает для многокритериальных задач принятия решений. При этом аналогом метода средневзвешенного является метод линейной свертки, при котором преобразование задачи многокритериального принятия решений в однокритериальную задачу осуществляется по формуле

$$F(x) = \sum_{i=1}^m a_i f_i(x) \rightarrow \max(\min), \quad \sum_{i=1}^m a_i = 1, \quad (4)$$

где x – вектор параметров; $f_i(x) = f_i(x_1, x_2, \dots, x_m)$ – скалярные функции векторного аргумента.

В качестве операторов свертки могут использоваться и другие операторы [7], например:

– оператор минимума

$$F_{\min}(x) = \min_i (f_i(x)); \quad (5)$$

– оператор максимума

$$F_{\max}(x) = \max_i (f_i(x)); \quad (6)$$

– оператор среднего арифметического

$$F_{av}(x) = \frac{F_{\min}(x) + F_{\max}(x)}{2}; \quad (7)$$

– геометрический оператор

$$F_g(x) = \sqrt{F_{\min}^2(x) + F_{\max}^2(x)}. \quad (8)$$

Для задач принятия решений с дискретными векторными аргументами возможны более сложные операторы свертки [7], например:

– минимаксный оператор

$$F_{mm} = \max_i \left(\min_x (f_i(x)) \right); \quad (9)$$

– оператор Байеса–Лапласа

$$F_{mm} = \max_i \left(\sum_x p^T(x) \cdot f_i(x) \right), \quad (10)$$

где x – вектор возможных состояний системы (комбинаций значений параметров); $f_i = f_i(x)$, $p^T(x)$ – вектор вероятностей различных состояний системы ($\sum_x p^T(x) = 1$).

Для принятия решений в задачах управления конкретными организационными системами используются различные методы оптимизации. В работе [8] для принятия решений

использованы методы имитационного моделирования, в данной работе – описанные выше многоатрибутные и многокритериальные методы.

Рассмотрим основные архитектурные и функциональные особенности разработанной СППР по диспетчерско-организационному управлению объектами газоснабжения.

Архитектура и режимы функционирования СППР

Блок-схема архитектуры СППР представлена на рисунке 2, где каждый из укрупненных блоков предназначен для выработки вариантов принятия решений в соответствующей области организационного управления объектами ССГ. СППР разработана на универсальной программной платформе 1С:8 с открытой архитек-

турой и успешно функционирует с начала 2010-х годов в ПАО «Газпром трансгаз Казань».

Архитектура СППР включает 8 основных программных модулей (рис. 2). Рассмотрим подробнее наиболее важные из них.

В модуле М1 вырабатываются варианты многоатрибутных и многокритериальных решений по техническим условиям, которым должны удовлетворять новые объекты ССГ. Модуль включает три блока (рис. 3). В блоке 1 вырабатываются варианты решений о регистрации заявки с учетом различных условий подключения новых объектов, в блоке 2 – варианты решений с учетом различных технических характеристик подключаемых объектов ССГ, в блоке 3 – окончательные варианты решений о технических параметрах и технических условиях присоединения новых объектов к ССГ.

Модуль 3 включает четыре блока (рис. 4). В блоке 1 вырабатываются варианты технических решений о поставках газа, в блоке 2 – о конкретных формах и реализациях технического обслуживания, в блоке 3 – варианты многоатрибутных и многокритериальных решений о соответствии объемов поставок газа и условиях поставки (например, о технических условиях, обеспечивающих оптимизацию целевых функций, о максимальной прибыли в конкретных условиях функционирования реальных газовых сетей ССГ), в блоке 4 – варианты решений о соответствии или несоответствии объемов поставок газа заключенным договорам.

Рис. 3. Функциональная схема модуля M1
Fig. 3. A functional diagram of M1 module

Рис. 4. Функциональная схема модуля M3
Fig. 4. A functional diagram of M3 module

Модуль 5 включает три блока (рис. 5). В блоке 1 вырабатываются многоатрибутные и многокритериальные варианты решений о недопоставках газа или о превышении лимитов поставок газа по конкретным объектам газоснабжения, в блоке 2 – варианты решений о

суммарных объемах поставок газа по всем объектам газоснабжения, в блоке 3 – варианты решений о соответствии реальных поставок газа заключенным с объектами газоснабжения договорам.

Модуль программно-технического администрирования СППР предназначен для выработки вариантов многоатрибутных и многокритериальных решений по настройке, отладке и обслуживанию технического оборудования и программно-информационного обеспечения (например, решений о совершенствовании программного интерфейса взаимодействия пользователей с СППР).

Модуль обмена данными со смежными автоматизированными системами (АС) предназначен для управления БД и включает три блока (рис. 6). В блоках 1 и 2 вырабатываются варианты решений по управлению СППР с по-

Рис. 5. Функциональная схема модуля M5
Fig. 5. A functional diagram of M5 module

Рис. 6. Функциональная схема модуля обмена данными со смежными АС

Fig. 6. A functional diagram of the data exchange module with other automated control systems

мощью информации, хранящейся в БД, блок 3 позволяет использовать возможности системного администратора в управлении БД.

Разработанная СППР имеет интерфейсы с основными функционально-организационными автоматизированными системами: региональной газотранспортной и газораспределительной организацией; АС бухгалтерского и налогового учета; АС мониторинга и обеспечения безопасности объектов *региональной системы газоснабжения* (РСГ), включая АС коммерческого учета расхода газа и управления устройствами контроля утечек газа в бытовых и производственных помещениях; АС *контроллинга энергоресурсоэффективности* (КЭР), оперативного учета договоров контрагентов; АС управления персоналом на основе повышения мотивации персонала к развитию цифровизации и широкому применению средств *информационно-коммуникационных технологий* (ИКТ), а также стимулирующей системы расчета заработной платы.

Управление и контроль за транспортировкой и доставкой газа различным потребителям, а также управление эксплуатацией энергоресурсоэффективной РСГ осуществляет диспетчерская служба. Для обеспечения в режиме реального времени управления и оперативного контроля за эксплуатацией *магистральной и региональной газопроводных систем* (МГПС и РГПС) разработаны архитектура и режимы функционирования многоуровневой *АС телеметрического контроля и управления* (АС-ТКУ) [9–11]. Назначение АС-ТКУ – обеспечение контроля за технологическим процессом транспорта газа, управление запорной арматурой с целью отключения ремонтных или аварийных участков РСГ, предотвращение или локализация возможных аварий (рис. 7).

Все данные, собранные АС-ТКУ на объектах ССГ (крановые площадки, шкафные распределительные пункты и др.), передаются в СППР диспетчерского центра на АРМ подразделения и визуализируются на мнемосхеме. Разработанная телеметрическая

система диспетчеризации всех ССГ как важнейшая подсистема АРМ (см. <http://www.swsys.ru/uploaded/image/2020-2/2020-2-dop/19.jpg>) использует отечественную контрольно-измерительную аппаратуру, в том числе датчики давления и загазованности [12, 13].

Важную роль в разработанной СППР играет программное средство «Монитор телеметрии 2» (MT2). Рассмотрим подробнее его основные элементы [14, 15].

ПО MT2 предназначено для просмотра и анализа телеметрических данных в режиме реального времени, построения отчетов, оповещения о нештатных ситуациях, удаленной настройки и управления объектами, а также для настройки опроса объектов сервером телеметрии и управления пользовательскими аккаунтами, работающими в системе. Главное окно MT2 представлено на рисунке 8, а отображение мнемосхем – на рисунке 9.

ПО MT2 построено на архитектуре клиент-сервер и является единой программной оболочкой для объектов газораспределения:

- газораспределительные пункты;
- газораспределительные станции;
- станции электрохимической защиты газопроводов;
- контрольно-измерительные пункты;
- крановые узлы и другое газораспределительное оборудование.

ПО данной системы обеспечивает:

- возможность работы в системах до 5 000 объектов;

Рис. 7. Архитектура телеметрической системы организации бизнес-процессов диспетчеризации газораспределительных пунктов

Fig. 7. A flowchart of the architecture of a telemetry system for the organizing business processes of gas distribution point dispatch

Рис. 8. Главное окно МТ2

Fig. 8. Main window of the Telemetry monitor-2

- возможность работы в закрытых локальных сетях без доступа во внешний Интернет;
- гибкую настройку внешнего вида программы, удобство работы на мониторах с разным соотношением сторон;
- отображение всей полноты данных в одном активном окне без необходимости дополнительно размещать вспомогательные инструменты, выбор между представлением данных в виде таблиц, мнемосхем, графиков или приборных панелей.

Система иерархически распределяет отображение объектов по региональным службам, подразделениям и пользователям.

Системные требования ПО МТ2 при сохранении производительности: 1 024 Мб оперативной памяти, одноядерный процессор 2.0 ГГц и 500 Мб на жестком диске.

Возможности ПО МТ2:

- отображение объектов и каналов в виде таблиц с возможностью группировки и сортировки, выбора колонок (более 50 шт. для объектов и 25 шт. для каналов) и порядка их следования, фильтрации, а также сохранения индивидуальной конфигурации таблиц в профиль пользователя;
- отображение автоматической настраиваемой приборной панели или созданной вручную мнемосхемы, показывающих текущие значения каналов, аварийные состояния и время сбора данных;

- отображение объектов на не требующей дополнительной оплаты масштабируемой географической карте цветными маркерами разной формы в зависимости от аварийного состояния и типа объекта;

- возможность локального разворачивания сервера карт в локальных сетях для ПК, не имеющих доступа во внешний Интернет;
- отображение сведений по объектам и каналам: информации о пуско-наладочных работах, проверке, сервисном обслуживании, настройке, подробные сведения о получении и обработке значения сервером телеметрии, све-

Рис. 9. Отображение мнемосхем объекта

Fig. 9. Display of mnemonic diagrams

дения об установленном оборудовании и вычисляемые характеристики;

- широкий спектр настроек для отображения значения каналов (точность, единица измерения, незначащие нули, способ усреднения, тип данных, функциональное значение, принадлежность устройству, группе, уставки, таймауты устаревших и сильно устаревших данных и т.д.);

- отображение на одной координатной плоскости сразу нескольких графиков, в том числе по разным объектам;

- построение оперативных графиков по любому каналу объекта за последние час, 4 часа, 12 часов, сутки, 2 суток.

Заключение

Разработанная СППР по диспетчерско-организационному управлению объектами газоснабжения предназначена для принятия многоатрибутных и многокритериальных решений в задачах контроля и управления газораспределением между потребителями в региональных системах газоснабжения. В программной реализации СППР использованы средства программирования пакета компьютерной математики Матлаб, программные средства MS Visual Studio, а также средства универсальной программной платформы 1С:8 с открытой архитектурой.

Автор благодарен В.Н. Ахметовой за участие в разработке архитектуры системы поддержки принятия решений.

Литература

1. Кантюков Р.А., Мешалкин В.П., Смирнов Л.А., Дли М.И., Ахметова В.Н., Попов А.Г., Казанский Г.М. Организация информатизации газотранспортных предприятий с учетом человеческого потенциала. Смоленск, 2014. 143 с.
2. Кантюков Р.А., Ахметова В.Н., Кантюков Р.Р., Сорвачев А.В., Ахметзянов А.М., Сусликов Э.В., Фаляхов И.В. Практическое использование комплекса программ расчета динамики роторов нагнетателей с электромагнитными подшипниками // XXVI Междунар. Чугаевская конф. по координационной химии: сб. тр. науч.-практич. семинара. 2014. С. 41–47.
3. Ramachandra T.V., Krishna S.V., Shruthi B.V. Decision support system for regional domestic energy planning. J. Sci. Ind. Res., 2005, vol. 64, pp. 163–74.
4. Djebedjiana Berge, El-Naggara Mohamed, Shahin Islam. Optimal decision of gas distribution network: A case study. MEJ, 2011, vol. 36, no. 3, pp. 35–51.
5. Bonnans André J.F., Cornibert L. Optimization of capacity expansion planning for gas transportation networks. EJOR, 2009, vol. 197, iss. 3, pp. 1019–1027.
6. Gwo-Hshiung Tzeng, Jih-Jeng Huang. Multiple attribute decision making: Methods and applications. CRC Press, 2011, 350 p.
7. Мушик Э., Мюллер П. Методы принятия технических решений. М.: Мир, 1990. 208 с.
8. Локтаев С.В. Математические модели и методы принятия решений при управлении организационными системами: автореф. дис... докт. технич. наук. СПб: СПбГПУ, 2009. 45 с.
9. Wu Y., Lai K.K., Liu Y. Deterministic global optimization approach to steady-state distribution gas pipeline networks. Optimization and Engineering, 2007, vol. 8, no. 3, pp. 259–275.
10. González Herrán A., De La Cruz J.M., De Andrés-Toro B., Risco-Martín J.L. Modeling and simulation of a gas distribution pipeline network. Applied Mathematical Modeling, 2009, vol. 33, iss. 3, pp. 1584–1600.
11. Chebouba A., Yalaoui F., Smati A., Amodeo L., Younsi K., Tairi A. Optimization of natural gas pipeline transportation using ant colony optimization. Computers and Operations Research, 2009, vol. 36, no. 6, pp. 1916–1923.
12. de Mélo Duarte H., Goldberg E.F.G., Goldberg M.C. A tabu search algorithm for optimization of gas distribution networks. LNCS, Evolutionary Computation in Combinatorial Optimization, 2006, vol. 3906, pp. 37–48.
13. Olorunniwo F.O., Jensen P.A. Optimal capacity expansion policy for natural gas transmission networks – a decomposition approach. Engineering Optimization, 1982, vol. 6, pp. 13–30.
14. Ларкин Е.В., Панарин М.В., Горюнкова А.А., Семин И.В. Телеметрический комплекс контроля дозрывных концентраций газа в многоквартирных домах // Изв. Тульского гос. ун-та: Технич. науки. 2010. Вып. 4. Ч. 2. С. 125–128.
15. Кантюков Р.А., Мешалкин В.П., Панарин В.М., Горюнкова А.А., Гимранов Р.К., Рыженков И.В., Кантюков Р.Р. Информационно-измерительная система управления территориально-удаленными объектами в газотранспортном хозяйстве // Прикладная информатика. 2015. Т. 10. № 3. С. 51–62.

Architecture and functioning modes of a decision support system for dispatch and organizational management of gas supply facilities

R.R. Kantyukov^{1,2}, Ph.D. (Engineering), Associate Professor, Deputy Director on Scientific Work, logist@muctr.ru

¹ Scientific-Research Institute of Natural Gases and Gas Technologies – VNIIGAZ, Moscow Reg., 142717, Russian Federation

² D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russian Federation, Moscow, 125047, Russian Federation

Abstract. The paper describes the developed decision support system for dispatch and organizational management of gas supply facilities, its architecture, operating modes and software.

The system has been created on a universal software platform 1C:8 with an open architecture. The decision support system architecture includes eight software modules, a center dispatcher's workstation with a subsystem for visualizing gas supply and gas distribution processes.

The purpose of the decision support system is to provide control over a technological process of gas transportation; to control valves to disable repair or emergency sections of the regional gas supply system, to prevent or localize possible accidents. All data collected by the system at the facilities of the regional gas supply system (crane platforms, gas distribution stations, head gas distribution points, cupboard distribution points) are transferred to the Dispatch center for an automated workstation and displayed on a mnemonic diagram in a convenient form. Further, this information is transmitted to the Central dispatch, where the entire distribution gas pipeline system is already displayed on the main mnemonic diagram.

The decision support system has tools for interaction with other functional and organizational automated systems, such as an automated system of accounting and tax records, an automated system for monitoring and ensuring the safety of facilities of the regional gas supply system including an automated system for commercial metering of gas consumption and control of gas leakage control devices in domestic production facilities, an automated system for managing energy and resource efficiency and controlling energy and resource efficiency, an automated personnel management system based on increasing staff motivation for the development of informatization and the widespread use of information and computer technologies.

The developed decision support system of dispatch and organizational management of gas supply facilities is designed to make multi-attribute and multi-criteria decisions in the problems of monitoring and managing gas distribution between consumers in regional gas supply systems.

Keywords: decision support system, software and information support, workstation, gas supply system.

Acknowledgements. The authors are grateful to V.N. Akhmetova for participating in the development of the decision support system architecture.

References

1. Kantyukov R.A., Meshalkin V.P., Smirnov L.A., Dli M.I., Akhmetova V.N., Popov A.G., Kazansky G.M. *Organization of Informatization of Gas Transportation Enterprises Taking into Account Human Potential*. Smolensk, 2014, 143 p. (in Russ.).
2. Kantyukov R.A., Akhmetova V.N., Kantyukov R.R., Sorvachev A.V., Akhmetzyanov A.M., Suslikov E.V., Falyakhov I.V. The practical use of a set of programs for calculating the dynamics of supercharger rotors with electromagnetic bearings. *Proc. Seminar XXVI Intern. Chugaev Conf. on Coordination Chemistry*, 2014, pp. 41–47 (in Russ.).
3. Ramachandra T.V., Krishna S.V., Shruthi B.V. Decision support system for regional domestic energy planning. *J. Sci. Ind. Res.*, 2005, vol. 64, pp. 163–74.
4. Djebedjiana Berge, El-Naggara Mohamed, Shahin Islam. Optimal decision of gas distribution network: A case study. *MEJ*, 2011, vol. 36, no. 3, pp. 35–51.
5. Bonnans André J.F., Cornibert L. Optimization of capacity expansion planning for gas transportation networks. *EJOR*, 2009, vol. 197, iss. 3, pp. 1019–1027.
6. Gwo-Hshiung Tzeng, Jih-Jeng Huang. *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. CRC Press, 2011, 350 p.
7. Mushik E., Myuller P. *Entscheidungspraxis Ziele Verfahren Konsequenzen*. Berlin: VEB Verlag Technik, 1987, 142 p. (Rus. ed.: Moscow, 1990, 208 p.).

8. Loktaev S.V. Mathematical models and decision-making methods in the management of organizational systems. *Thes. Dis.*, St. Petersburg, 2009, 45 p. (in Russ.).
9. Wu Y., Lai K.K., Liu Y. Deterministic global optimization approach to steady-state distribution gas pipeline networks. *Optimization and Engineering*, 2007, vol. 8, no. 3, pp. 259–275.
10. González Herrán A., De La Cruz J.M., De Andrés-Toro B., Risco-Martín J.L. Modeling and simulation of a gas distribution pipeline network. *Applied Mathematical Modeling*, 2009, vol. 33, iss. 3, pp. 1584–1600.
11. Cheboub A., Yalaoui F., Smati A., Amodeo L., Younsi K., Tairi A. Optimization of natural gas pipeline transportation using ant colony optimization. *Computers and Operations Research*, 2009, vol. 36, no. 6, pp. 1916–1923.
12. de Mélo Duarte H., Goldbarg E.F.G., Goldbarg M.C. A tabu search algorithm for optimization of gas distribution networks. *LNCS, Evolutionary Computation in Combinatorial Optimization*, 2006, vol. 3906, pp. 37–48.
13. Olorunniwo F.O., Jensen P.A. Optimal capacity expansion policy for natural gas transmission networks – a decomposition approach. *Engineering Optimization*, 1982, vol. 6, pp. 13–30.
14. Larkin E.V., Panarin M.V., Goryunkova A.A., Semin I.V. Telemetric monitoring complex of pre-explosive gas concentrations in apartment buildings. *Bull. of Tula State Univ. Tech. Sci.*, 2010, iss. 4, pt. 2, pp. 125–128 (in Russ.).
15. Kantyukov R.A., Meshalkin V.P., Panarin V.M., Goryunkova A.A., Gimranov R.K., Ryzhenkov I.V., Kantyukov R.R. Information-measuring system for managing geographically remote facilities in the gas transportation sector. *Applied Informatics*, 2015, vol. 10, no. 3, pp. 51–62 (in Russ.).

Для цитирования

Кантюков Р.Р. Архитектура и режимы функционирования системы поддержки принятия решений по диспетчерско-организационному управлению объектами газоснабжения // Программные продукты и системы. 2020. Т. 33. № 2. С. 310–318. DOI: 10.15827/0236-235X.130.310-318.

For citation

Kantyukov R.R. Architecture and functioning modes of a decision support system for dispatch and organizational management of gas supply facilities. *Software & Systems*, 2020, vol. 33, no. 2, pp. 310–318 (in Russ.). DOI: 10.15827/0236-235X.130.310-318.