

9. Microservices // Martin Fowler. URL: <https://martinfowler.com/articles/microservices.html> (date of the application: 03.06.2020).
10. Staying True to Its Culture, Adidas Got 40% of Its Most Impactful Systems Running on Kubernetes in a Year // Cloud Native Computing Foundation. URL: <https://www.cncf.io/case-study/adidas/> (date of the application: 03.06.2020).

Literatura

1. *Interesna kar'era v DevOps? Podrobno o professii* // BitDegree. URL: <https://ru.bitdegree.org/rukovodstvo/devops/> (data obrashcheniya: 05.06.2020).
2. *Kolisnichenko D.N.* Linux. Ot novichka k professionalu. 6-e izd. SPb.: BKHV-Peterburg, 2018. 672 s.
3. *Krechetov A.* Pyat' glavnykh prichin perekhoda v oblako // Orange Business Services. URL: <https://www.orange-business.com/ru/blogs/get-ready/oblachnye-vychisleniya/pyat-glavnykh-prichin-perekhoda-v-oblako> (data obrashcheniya: 03.06.2020).
4. *Mouet E.* Ispol'zovanie Docker / per. s angl. A.V. Snastina; nauch. red. A.A. Markelov. M.: DMK Press, 2017. 354 s.
5. *Robachevskij A.M., Nemnyugin S.A., Stesik O.L.* Operatsionnaya sistema UNIX. 2-e izd. SPb.: BKhV-Peterburg, 2010. 656 s.
6. *Taranenko P.* Pochemu Kubernetes stal nastol'ko populyaren // Vc.ru. URL: <https://vc.ru/dev/107126-pochemu-kubernetes-stal-nastolko-populyaren> (data obrashcheniya: 03.06.2020).
7. Docker HUB. URL: <https://hub.docker.com> (date of the application: 03.06.2020).
8. Docker: Automated and Consistent Software Deployments // InfoQ. URL: <https://www.infoq.com/news/2013/03/Docker/> (date of the application: 05.06.2020).
9. Microservices // Martin Fowler. URL: <https://martinfowler.com/articles/microservices.html> (date of the application: 03.06.2020).
10. Staying True to Its Culture, Adidas Got 40% of Its Most Impactful Systems Running on Kubernetes in a Year // Cloud Native Computing Foundation. URL: <https://www.cncf.io/case-study/adidas/> (date of the application: 03.06.2020).

DOI: 10.25586/RNUV9187.20.03.P.138

УДК 004.7

Т.Е. Черницкая, С.И. Макаренко, Д.В. Растягаев

АСПЕКТЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ФУНКЦИЙ УПРАВЛЕНИЯ, ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ И СЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В РАМКАХ ОЦЕНКИ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ*

В условиях перехода информационно-управляющих систем к сетевцентрической архитектуре и созданию сетевцентрических информационно-управляющих систем возрастает актуальность обеспечения интероперабельности в таких системах. Предложен подход к оценке аспектов автоматизации функций управления, принятия решений и сетевого взаимодействия в рамках разработки модели технической интероперабельности сетевцентрических информационно-управляющих систем на основе ГОСТ Р 55062–2012. Показано, что аспекты технической интероперабельности для автоматизации процессов управления и принятия решений включают в себя параметры автоматизации принятия решений, управления, оценки адекватности принимаемых решений и вы-

* Исследование проводится в рамках проекта № 19-07-00774 Российского фонда фундаментальных исследований.

Черницкая Т.Е. и др. Аспекты автоматизации функций управления...

полняемых действий, организации человеко-машинного взаимодействия. Аспекты технической интероперабельности для автоматизации сетевого взаимодействия включают также параметры автоматизации управления сетевой инфраструктурой, процедур защиты от преднамеренных дестабилизирующих воздействий, обеспечения информационной безопасности.

Ключевые слова: интероперабельность, сетевая инфраструктура, система управления, автоматизация, автоматизация сетевого взаимодействия, автоматизация принятия решений, аспекты, параметры.

T.E. Chernitskaya, S.I. Makareno, D.V. Rastyagaev

ASPECTS OF AUTONOMIC MANAGEMENT, DECISION-MAKING
AND NETWORKING WITHIN NET-CENTRIC INFORMATION
AND CONTROL SYSTEMS INTEROPERABILITY EVALUATION

In the situation of transition from information and control systems to a network-centric architecture and development of net-centric information and control system, the relevance of interoperability assurance in such systems is increasing. An approach to evaluating capabilities of automatic management, decision-making and networking is proposed as a part of developing a model of technical interoperability of network-centric information and control system based on Russia's state standard no. 55062–2012. It is shown that capabilities of technical interoperability for autonomic management and decision-making processes include dimensions of autonomic decision-making, management, assessment of the decisions and taken steps correctness, and organization of human-machine interaction. Capabilities of technical interoperability in the terms of autonomic networking also include dimensions of autonomic network configuration management, measures to stave off intentional destabilizing effects, and information assurance measures. The current study takes place as a part of Russian Foundation for basic research finance project no. 19-07-00774.

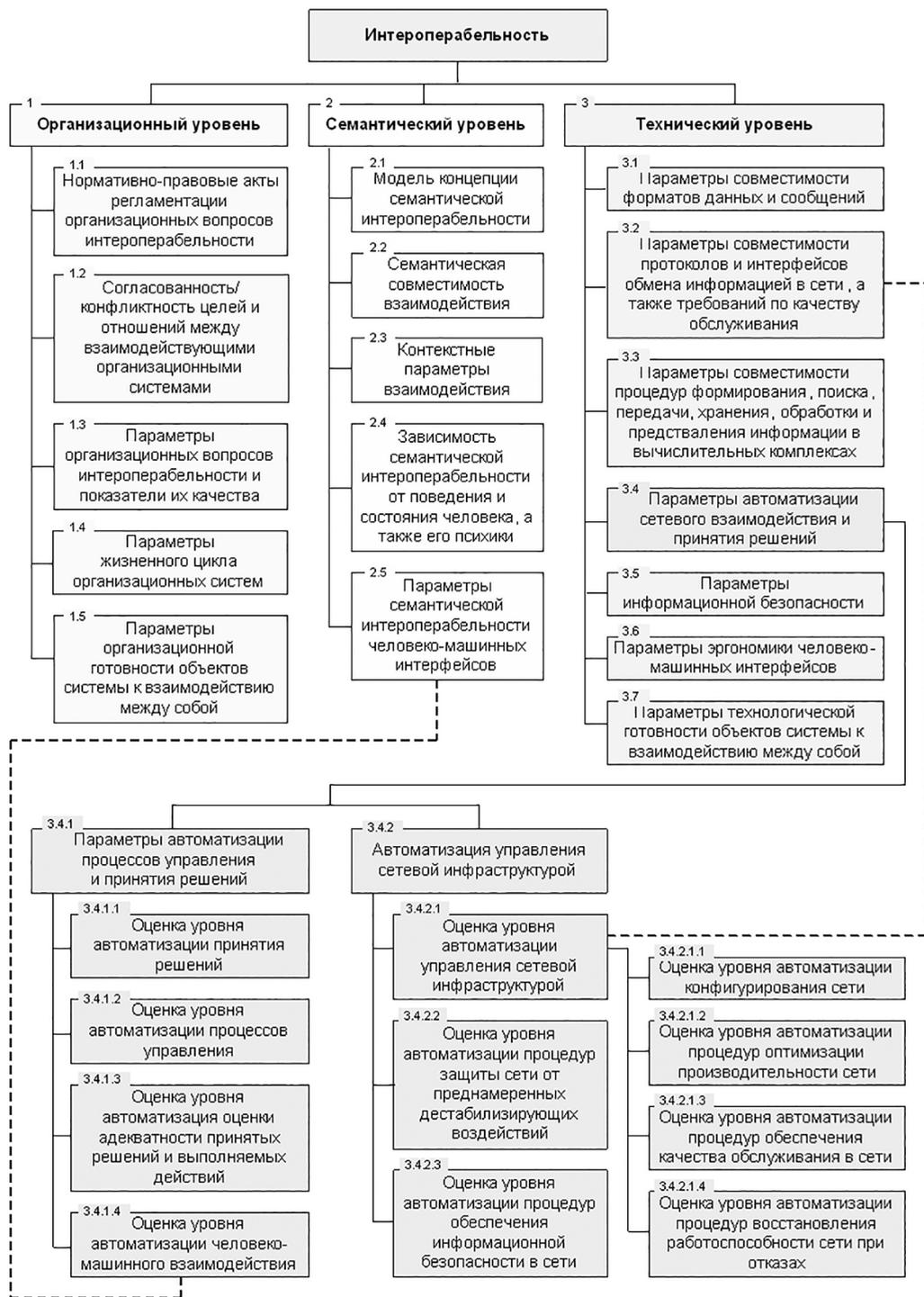
Keywords: interoperability, net-centric control system, control system, automation, autonomic networking, autonomic decision-making, capabilities, dimensions.

Введение

Особенностью развития систем управления организационными и техническими системами является переход их к сетевым информационно-управляющим системам (СЦИУС). Ключевым принципом построения СЦИУС является интероперабельность. По определению, данному организациями по стандартизации [2; 12], «интероперабельность – способность двух или более информационных систем или компонентов к обмену информацией и использованию информации, полученной в результате обмена».

В отечественной литературе большое число публикаций посвящено обсуждению принципов формирования СЦИУС, например, работа [8], исследований по проблеме интероперабельности в СЦИУС несравнимо меньше. К таковым стоит отнести работы [1; 4; 6; 10; 11]. Глубокое теоретическое принятие решений в рамках оценки технической интероперабельности СЦИУС в отечественной науке не проводилось. Актуальность исследования этих аспектов определяется степенью важности роли, которую автоматизированные и автоматические системы управления играют в функционировании СЦИУС.

В работе [1] обоснован вариант декомпозиции параметров интероперабельности в соответствии ГОСТ Р 55062–2012 [2] (рис.) на основании модели Systems, Capabilities, Operations, Programs and Enterprises Model for Interoperability Assessment (SCOPE-модели) [13] с учетом ее адаптации к отечественному подходу оценки интероперабельности, представленному в ГОСТ Р 55062-2012. Это исследование развивает ранее опубликованные работы авторов [1; 4; 9].



Место и роль исследуемых аспектов автоматизации функций управления, принятия решений и сетевого взаимодействия в составе общей интероперабельности СЦИУС

Черницкая Т.Е. и др. Аспекты автоматизации функций управления...

Переход к архитектуре СЦИУС должен повышать оперативность и непрерывность управления за счет ускорения процесса принятия решений и оптимизации использования сетевых и информационных ресурсов [13].

Слабым звеном в СЦИУС является снижение оперативности принятия решений лицами, принимающими решения (ЛПР), ввиду увеличения когнитивной нагрузки [13]. Автоматизация принятия решений является одним из наиболее существенных факторов при управлении СЦИУС [5; 8].

Далее необходимо рассмотреть частные оценки аспектов автоматизации применительно к автоматизации процессов управления, принятия решений и управлению сетевой инфраструктурой СЦИУС.

Параметры автоматизации процессов управления и принятия решений

Параметры оценки аспектов автоматизации определяют степень участия ЛПР в принятии решения и будут полезны для качественной оценки уровня автоматизации функций управления в рамках технической интероперабельности СЦИУС.

Качественные параметры, по которым оцениваются различные аспекты автоматизации, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Качественные параметры, по которым оцениваются различные аспекты автоматизации в рамках технической интероперабельности

Параметр автоматизации	Набор значений параметра		
	Низкий уровень автоматизации	Умеренный уровень автоматизации	Высокий уровень автоматизации
Автоматизация принятия решений	Высокая нагрузка на ЛПР	Умеренная нагрузка на ЛПР	Низкая нагрузка на ЛПР
Автоматизация процессов управления	Функции сбора информации о состоянии объектах управления (ОУ) и доведение до них управляющих воздействий (команд) не автоматизированы	Функции сбора информации о состоянии ОУ и доведение до них управляющих воздействий (команд) автоматизированы частично	Функции сбора информации о состоянии ОУ и доведение до них управляющих воздействий (команд) автоматизированы полностью
Автоматизация оценки адекватности принятых решений и выполняемых действий	Отсутствует проверка правильности действий и оценка адекватности принятых решений со стороны системы	Система проверяет правильность отдельных, критически важных действий и принятых решений	Система проверяет правильность действий ЛПР и проводит оценку адекватности принятых решений
Автоматизация человеко-машинного взаимодействия	Высокая детализация управления (ручной ввод команд)	Умеренная детализация управления (интерактивный человеко-машинный интерфейс)	Низкая детализация управления (на основе интеллектуальных интерфейсов, сценариев управления, систем поддержки принятия решений)

Рассмотрим параметры более детально.

Автоматизация функций управления, принятия решений и человеко-машинного взаимодействия

При высокоуровневой автоматизации процессы принятия решений выделяются в отдельную систему поддержки принятия решений (СППР).

Для оценки качества автоматизации управления целесообразно учитывать требования по [7]:

- устойчивости управления;
- непрерывности управления;
- оперативности управления;
- скрытности управления.

Системы с высокоуровневой автоматизацией предварительно, до выдачи команд на ОУ, осуществляют проверку не только на уровне команд и входных данных, но и на уровне результатов их обработки и выполнения.

Высокоуровневая автоматизация позволяет системе регламентировать взаимодействие с АПР, адаптивно подстраивая интерфейс взаимодействия, при этом не лишая оператора возможности вносить коррективы в формируемые управляющие воздействия.

Параметры автоматизации сетевого взаимодействия

Необходимость объединения всех элементов СЦИУС в рамках единого информационного пространства предъявляет требования к адаптивности, производительности и устойчивости сетевой инфраструктуры СЦИУС.

Типовые значения уровней автоматизации сетевого взаимодействия, представлены в таблице 2.

Таблица 2

Типовые значения уровней автоматизации сетевого взаимодействия [13]

Значение параметра автоматизации процессов в сети	Описание
Автоматизация отсутствует – автоматизация функций управления и принятия решений, в том числе на нижних уровнях взаимодействия, отсутствует	<ul style="list-style-type: none"> • низкоуровневый интерфейс человеко-машинного взаимодействия; • конфигурирование сети ведется оператором; • отсутствуют данные об использовании сервисов или обеспечении свойства интероперабельности; • низкоуровневые отчеты о работе сети
Частично присутствует «встроенная» информация об управлении сетью – оператор получает минимальный объем данных об управлении сетью	<ul style="list-style-type: none"> • низкоуровневый интерфейс человеко-машинного взаимодействия; • встроенная информация об управлении сетью; • техническая поддержка; • отсутствует проверка правильности принятия решений; • конфигурирование сети ведется оператором
Встроенная информация об управлении сетью присутствует в умеренном количестве – присутствует проверка правильности принятия решений	<ul style="list-style-type: none"> • низкоуровневый интерфейс человеко-машинного взаимодействия; • руководство о формировании входных данных для достижения требуемого состояния сети; • отчеты о состоянии сети на стадии принятия решения
Присутствует адаптированная, персонализированная встроенная информация об управлении сетью – сеть поддерживает высокоуровневые взаимодействия	<ul style="list-style-type: none"> • высокоуровневый интерфейс человеко-машинного взаимодействия; • пошаговые инструкции по достижению требуемого состояния сети; • проверка правильности принятия решений; • сохранение конфигураций в случае, если поставленная задача выполняется не впервые
Поведение сети частично автоматизировано, присутствуют высокоуровневые сценарии управления сетью – участие оператора только на стадиях принятия решений, для которых отсутствуют сценарии управления	<ul style="list-style-type: none"> • высокоуровневый интерфейс человеко-машинного взаимодействия; • сохранение высокоуровневых сценариев, определяющих действия сети в типовых ситуациях; • полноценная справочная информация; • проверка правильности принятия решений

Значение параметра автоматизации процессов в сети	Описание
Поведение сети автоматизировано, имеются высокоуровневые сценарии управления сетью – уровень автоматизации поведения сети требует редкого участия оператора	<ul style="list-style-type: none"> • поведение сети базируется на текущем состоянии и сохраненных сценариях управления; • доступно изменение текущих сценариев управления системой; • уведомления о конфигурации сети до и после выполнения операций; • новые сценарии автоматически компилируются в пошаговый набор команд
Поведение сети полностью автоматизировано, имеются высокоуровневые сценарии управления сетью – поведение сети автоматизировано на основе машинного обучения	<ul style="list-style-type: none"> • поведение сети базируется на текущем состоянии и сохраненных сценариях управления; • новые сценарии автоматически компилируются на основании ранее сохраненных наборов команд; • имеется статистика для аудита и оценки качества обслуживания

Рассмотрим отдельные параметры автоматизации сетевого взаимодействия более детально.

- Управление сетевой инфраструктурой осуществляется с целью приведения ее в соответствие требованиям концепции TMN (Telecommunication Management Network) [3]. Согласно SCOPE-модели [13] функции управления сетевой инфраструктурой СЦИУС могут быть декомпозированы на ряд взаимоувязанных задач управления.
- Защита СЦИУС включает в себя взаимодействие между оператором и сетевой инфраструктурой в целях приведения итоговой защищенности сети от преднамеренных дестабилизирующих к требуемому уровню.
- Процесс обеспечения информационной безопасности состоит во взаимодействии между оператором и сетевой инфраструктурой в целях обеспечения требуемого уровня конфиденциальности, целостности и доступности информации [7].

Заключение

На основании изложенного можно сделать следующие выводы.

1. Проведено исследование аспектов и параметров автоматизации функций управления, принятия решений и сетевого взаимодействия в СЦИУС, которые влияют на общий уровень интероперабельности. Определены место и роль исследуемых аспектов и параметров автоматизации в составе общей интероперабельности СЦИУС.

2. В целом предлагаемые параметры для оценки уровня автоматизации функций управления, принятия решений, сетевого взаимодействия основаны на параметрах, представленных в SCOPE-модели, однако они были переработаны авторами с учетом их адаптации к отечественному подходу оценки интероперабельности, представленному в ГОСТ Р 55062–2012.

3. Предлагаемые показатели оценки автоматизации функций управления, принятия решений и сетевого взаимодействия предполагается в дальнейшем использовать при разработке итогового документа «Модели для построения и оценки интероперабельности сетевых управляющих систем» как одного из основных результатов проекта РФФИ № 19-07-00774 «Исследование проблемы интероперабельности при реализации принципов сетевых информационно-управляющих систем».

Авторы выражают благодарность А.Я. Олейникову за его ценные замечания при подготовке статьи.

Литература

1. Башлыкова А.А., Козлов С.В., Макаренко С.И., Олейников А.Я., Фомин И.А. Подход к обеспечению интероперабельности в сетевых системах управления // Журнал радиоэлектроники. 2020. № 6. DOI: 10.30898/1684-1719.2020.6.13.
2. ГОСТ Р 55062–2012. Информационные технологии (ИТ). Системы промышленной автоматизации и их интеграция. Интероперабельность. Основные положения. М.: Стандартинформ, 2014.
3. Гребешков А.Ю. Управление сетями электросвязи по стандарту TMN: учебное пособие. М.: Радио и связь, 2004. 155 с.
4. Козлов С.В., Макаренко С.И., Олейников А.Я., Растягаев Д.В., Черницкая Т.Е. Проблема интероперабельности в сетевых системах управления // Журнал радиоэлектроники. 2019. № 12. С. 1–29. DOI: 10.30898/1684-1719.2019.12.4.
5. Копылов А.В. О слабых сторонах американской концепции «сетевых войн (операций)» // Военная мысль. 2011. № 7. С. 53–62.
6. Макаренко С.И. Аудит безопасности критической инфраструктуры специальными информационными воздействиями: монография. СПб.: Научные технологии, 2018. 122 с.
7. Макаренко С.И. Модели системы связи в условиях преднамеренных дестабилизирующих воздействий и ведения разведки: монография. СПб.: Научные технологии, 2020. 337 с.
8. Макаренко С.И., Иванов М.С. Сетевая война – принципы, технологии, примеры и перспективы: монография. СПб.: Научные технологии, 2018. 898 с.
9. Макаренко С.И., Олейников А.Я., Черницкая Т.Е. Модели интероперабельности информационных систем // Системы управления, связи и безопасности. 2019. № 4. С. 215–245. DOI: 10.24411/2410-9916-2019-10408.
10. Маслобоев А.В. Проблемы и технологии обеспечения интероперабельности информационных систем региональных ситуационных центров // Информационно-технологический вестник. 2020. № 2 (24). С. 107–119.
11. Маслобоев А.В. Средства поддержки интероперабельности сетевых систем управления региональной безопасностью // Надежность и качество сложных систем. 2020. № 1 (29). С. 91–105. DOI: 10.21685/2307-4205-2020-1-11.
12. ISO/IEC/IEEE 24765:2017. Systems and Software Engineering: Vocabulary. [S. l.]: ISO, 2017. 522 p.
13. Systems, Capabilities, Operations, Programs and Enterprises (SCOPE) Model for Interoperability Assessment. Version 1.0. [S. l.]: NCOIC, 2008. 154 p.

Literatura

1. Bashlykova A.A., Kozlov S.V., Makarenko S.I., Olejnikov A.YA., Fomin I.A. Podkhod k obespecheniyu interoperabel'nosti v setetsentricheskikh sistemakh upravleniya // Zhurnal radioelektroniki. 2020. № 6. DOI: 10.30898/1684-1719.2020.6.13.
2. GOST R 55062–2012. Informatsionnye tekhnologii (IT). Sistemy promyshlennoj avtomatizatsii i ikh integratsiya. Interoperabel'nost'. Osnovnye polozheniya. M.: Standartinform, 2014.
3. Grebeshkov A.Yu. Upravlenie setyami elektrosvyazi po standartu TMN: uchebnoe posobie. M.: Radio i svyaz', 2004. 155 s.
4. Kozlov S.V., Makarenko S.I., Olejnikov A.YA., Rastyagaev D.V., Chernitskaya T.E. Problema interoperabel'nosti v setetsentricheskikh sistemakh upravleniya // Zhurnal radioelektroniki. 2019. № 12. С. 1–29. DOI: 10.30898/1684-1719.2019.12.4.

Типаев В.В. и др. К вопросу оценивания остаточного ресурса...

5. *Kopylov A.V.* O slabykh storonakh amerikanskoj kontseptsii "setetsentricheskikh vojn (operatsij)" // *Voennaya mysl'*. 2011. № 7. S. 53–62.
6. *Makarenko S.I.* Audit bezopasnosti kriticheskoj infrastruktury spetsial'nymi informatsionnymi vozdeystviyami: monografiya. SPb.: Naukoemkie tekhnologii, 2018. 122 s.
7. *Makarenko S.I.* Modeli sistemy svyazi v usloviyakh prednamerennykh destabiliziruyushchikh vozdeystvij i vedeniya razvedki: monografiya. SPb.: Naukoemkie tekhnologii, 2020. 337 s.
8. *Makarenko S.I., Ivanov M.S.* Setetsentricheskaya vojna – printsipy, tekhnologii, primery i perspektivy: monografiya. SPb.: Naukoemkie tekhnologii, 2018. 898 s.
9. *Makarenko S.I., Olejnikov A.Ya., Chernitskaya T.E.* Modeli interoperabel'nosti informatsionnykh sistem // *Sistemy upravleniya, svyazi i bezopasnosti*. 2019. № 4. S. 215–245. DOI: 10.24411/2410-9916-2019-10408.
10. *Masloboev A.V.* Problemy i tekhnologii obespecheniya interoperabel'nosti informatsionnykh sistem regional'nykh situatsionnykh tsentrov // *Informatsionno-tekhnologicheskij vestnik*. 2020. № 2 (24). S. 107–119.
11. *Masloboev A.V.* Sredstva podderzhki interoperabel'nosti setetsentricheskikh sistem upravleniya regional'noj bezopasnost'yu // *Nadezhnost' i kachestvo slozhnykh sistem*. 2020. № 1 (29). S. 91–105. DOI: 10.21685/2307-4205-2020-1-11.
12. ISO/IEC/IEEE 24765:2017. Systems and Software Engineering: Vocabulary. [S. l.]: ISO, 2017. 522 p.
13. Systems, Capabilities, Operations, Programs and Enterprises (SCOPE) Model for Interoperability Assessment. Version 1.0. [S. l.]: NCOIC, 2008. 154 p.

DOI: 10.25586/RNUV9187.20.03.P.145

УДК 62-932.2

В.В. Типаев, Т.В. Калинин, В.В. Лисицкий, Н.В. Головчинская

К ВОПРОСУ ОЦЕНИВАНИЯ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ НАЗЕМНОЙ
КОСМИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ КОСМОДРОМОВ

Проведенные исследования, посвященные анализу и повышению эффективности управления эксплуатацией объектов наземной космической инфраструктуры, выявили ряд недостатков и замечаний к средствам и методам управления, касающихся управления эксплуатацией наземных комплексов и средств. Необходимо объективное оценивание информации о текущем техническом состоянии объектов наземной космической инфраструктуры как для оценивания остаточного ресурса узлов, агрегатов и систем, так и для принятия решений по вопросам управления техническим состоянием за счет комплексного оценивания каждого решения с точки зрения технических и экономических факторов.

Ключевые слова: объект наземной космической инфраструктуры, остаточный ресурс, техническое состояние, нечетко-возможностный подход, логико-лингвистическая модель.