

# Создание и использование информационных резервов при сопровождении больших технических систем

А.В. Шестаков<sup>1</sup>, К.З. Билятдинов<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация

<sup>2</sup>Национальный исследовательский университет ИТМО, Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация

\*Адрес для переписки: k74b@mail.ru

## Информация о статье

Поступила в редакцию 02.10.2020

Принята к публикации 18.11.2020.

**Ссылка для цитирования:** Шестаков А.В., Билятдинов К.З. Создание и использование информационных резервов при сопровождении больших технических систем // Труды учебных заведений связи. 2020. Т. 6. № 4. С. 104–110. DOI:10.31854/1813-324X-2020-6-4-104-110

**Аннотация:** Внедрение и использование для поддержки принятия решений современных методов проактивного управления на основе сбора, обработки разнородных данных о системе и формируемых прецедентов событий и корректирующих действий требует поиска новых системотехнических решений сбора, хранения и предварительного анализа данных с учетом условий управления и их структурно-функционального построения. Особенностью сложных или больших технических систем объектов промышленности, информатизации и связи, транспорта и т. д., является совмещение этапов совершенствования (модернизации компонент) и развития (внедрения принципиально новых системотехнических решений) в ходе их штатной эксплуатации. В связи с этим достаточно актуальным является исследование модели сопровождения структурно-функциональных изменений и способов формирования баз данных на основе информационных резервов поддержки принятия решений проактивного управления. Впервые представлены системотехнические решения по реализации оригинальных модели и способа на основе комплекса компьютерных программ и результаты экспериментальных испытаний.

**Ключевые слова:** большие технические системы, информационные резервы, модель, способ формирования информационных резервов.

## Введение

Важность эффективного функционирования больших технических систем (далее – Систем) предопределяет необходимость совершенствования организационно-технических мер в области сопровождения Систем на этапе эксплуатации, включая оценку их качества.

Исследования предметной области выявили ряд нерешенных задач в части рациональной организации работ по совершенствованию и развитию Систем на основе современных апробированных методик оценки качества с использованием больших объемов разнообразной информации из различных источников [1–2]. В обобщенном виде сведения о подмножествах наборов данных характеристик сложных систем, существующих методологических подходов к оценке качества, можно представить следующим образом:

- для продукции в [3] рекомендована модель качества (Мк), а для технических средств – в [4];
- для программных средств в [5] представлена модель качества внутренних (Мквн) и модель качества внешняя (Мквнеш);
- для автоматизированных систем и программных средств в [6] описана Мк, модель качества при использовании (Мки) и модель качества данных (Мкд).

Каждый из наборов данных формируется подсистемой мониторинга Системы: технологически и визуальными данными (от источников (компонент Систем), как правило, территориально-разнесенных) о функционировании компонент Систем; текстовыми и графическими данными (от внешних систем); данными о прецедентах событиях (ситуациях) и предупреждающих (корректирующих) действиях (от подсистемы предварительной обработки данных Системы) [7–8].

Для хранения данных о прецедентах и действиях необходимо создать информационные резервы для оценки качества и разработать процедуры работы с ними, так как большинство управленческих решений в эксплуатации и техническом обеспечении принимаются после сбора и обработки требуемой информации на основе результатов оценки эффективности и качества Систем [7].

### Постановка задачи

Наиболее рациональным подходом решения комплекса задач при эксплуатации и техническом обеспечении Систем является разработка и применение модели сопровождения структурно-функциональных изменений и способа формирования информационных резервов для оценки качества и рациональной работы с информационными ресурсами для реализации проактивного управления.

Разработка модели и способа должна обеспечить:

- существенное сокращение продолжительности времени сбора, обработки данных, оценки эффективности и качества Системы и трудозатрат персонала;
- увеличение объема обрабатываемой информации при незначительном расходе ресурсов и временных затратах;
- своевременное, наглядное и информативное представление сведений лицу, принимающему решение (далее – ЛПР).

Решение комплекса задач требуется реализовать программными средствами.

### Модель сопровождения Систем на этапе эксплуатации

Анализ уровня развития методологических подходов организационно-технических мер в области сопровождения Систем на этапе эксплуатации, включая оценку их качества, указывает на достаточно глубокие исследования частных аспектов и необходимость разработки комплексного решения. Модель и метод по агрегированию разнородных потоков данных от двух источников (технологических датчиков и средств) посредством их слияния на основе технологий Apache Kafka и Spark Streaming можно отнести к предпроцессной обработке данных [9]. Подсистема безопасности критически важных инфраструктур – одна из значимых в Системе, для организации управления которой предложено использовать данные мониторинга событий безопасности, была рассмотрена в [10]. Возможность применения и сопровождения универсальных механизмов уникальных обращения пользователей к "озеру данных" территориально-распределенных хранилищ данных в соответствии с реальными условиями эксплуатации Систем была исследована в [11]. Различные метрики и оригинальные подходы к группированию (кластеризации) характеристик существенных свойств компь-

юттерных систем дали основание проанализировать преимущества и недостатки различных методов оценки качества программных средств [12].

Модель сопровождения Систем на этапе эксплуатации (далее – Модель), предлагаемая к рассмотрению, представляет собой инфологическое описание процесса сопровождения больших технических объектов при эксплуатации с учетом управляющих воздействий по поддержанию функционирования с заданными требованиями и процедурами по ее совершенствованию и развитию (рисунок 1). Модель универсальна, учитывает специфику, условия эксплуатации и применима для большинства современных Систем. Модель предназначена для определения роли, места, содержания информационных ресурсов, математического и программного обеспечения оценки качества Системы. Процедуры способа формирования и использования информационных резервов Системы в соответствии с Моделью представлены на рисунке 2.

По результатам оценки качества ЛПР принимает одно из четырех типов управленческих решений:

- результаты оценки качества удовлетворяют требованиям (решение не вмешиваться в функционирование систем);
- управленческие решения организационно-технического характера по повышению (обеспечению) эффективности функционирования системы непосредственно в процессе эксплуатации объекта: по вопросам совершенствования эксплуатации и технического обеспечения, а также подготовки персонала для достижения этих целей; требует незначительного расхода ресурсов и времени;
- решения по модернизации существующих систем принимаются в случае, если определено, что второй тип решений не позволит достичь требуемого результата при заданных условиях, а создание новых Систем не рационально; продолжительность реализации решения составляет 3–5 лет;
- решения по созданию новых Систем принимаются в случае, если другие типы решений не позволяют достичь требуемого результата; реализация требует значительной длительности (как правило, 5–10 лет) и капиталоемкости.

Решения принимаются на основе результатов оценки качества, после сбора и обработки данных из различных источников [13].

Источниками информации в Модели (см. рисунок 2) для информационных резервов Системы выступают: должностные лица, эксперты, внутренние (статистические отчеты, техническая документация объекта, измерительные приборы, датчики контроля состояния технических средств в различных режимах эксплуатации) и внешние источники (информационные ресурсы сети Интернет), результаты оценок качества Системы и т. д. [14].

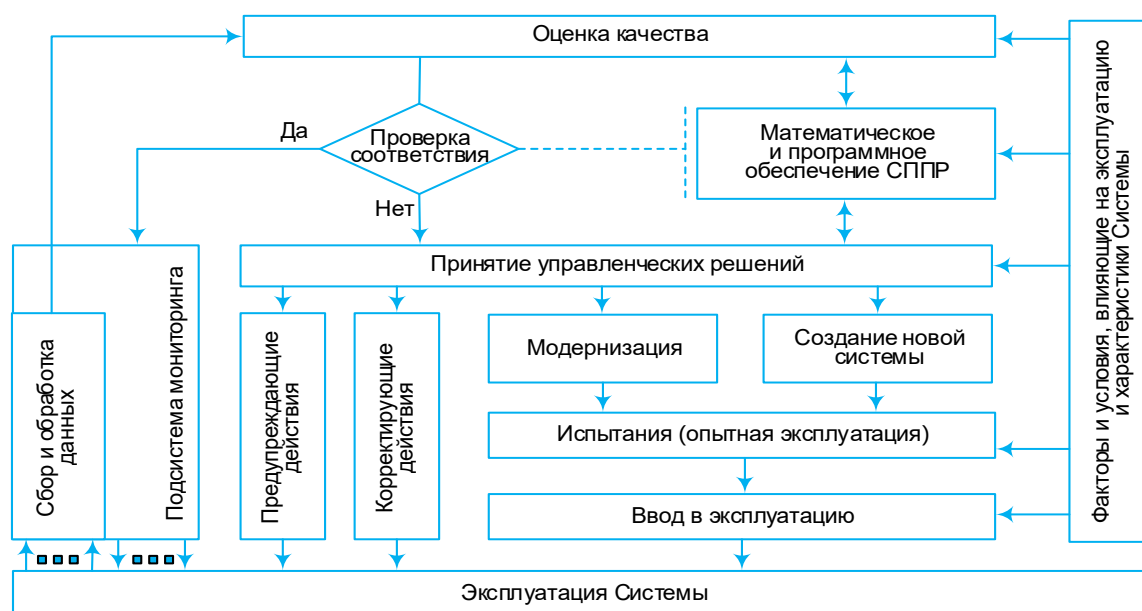


Рис. 1. Модель сопровождения систем на этапе эксплуатации

Fig. 1. Model of System Maintenance at the Operational Stage

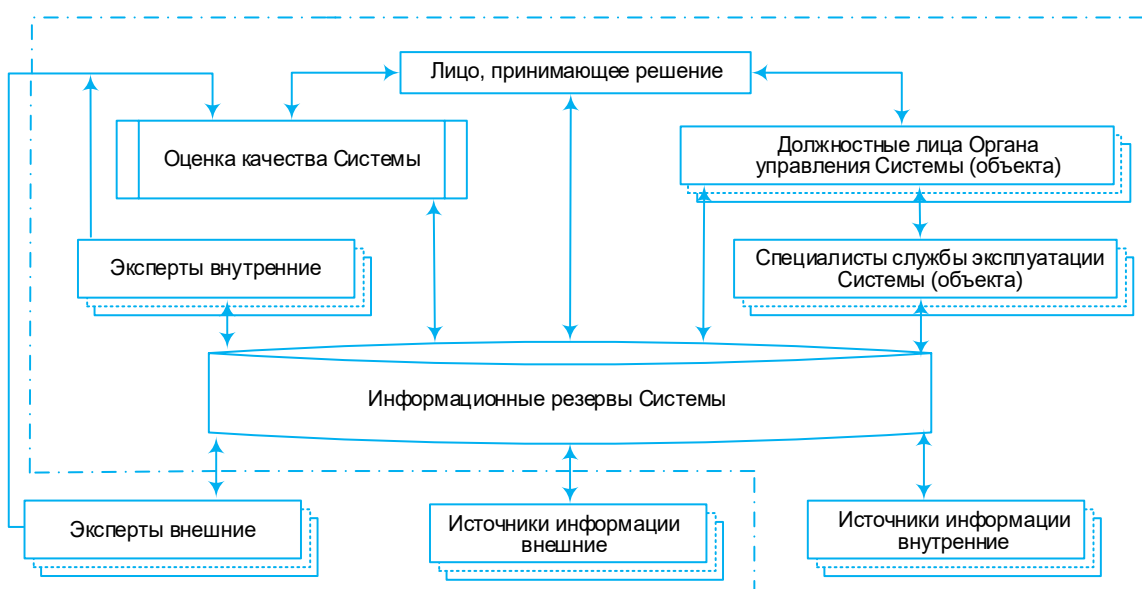


Рис. 2. Процедуры способа формирования и использования информационных резервов Системы

Fig. 2. Procedures for Forming and Using the System's Information Reserves

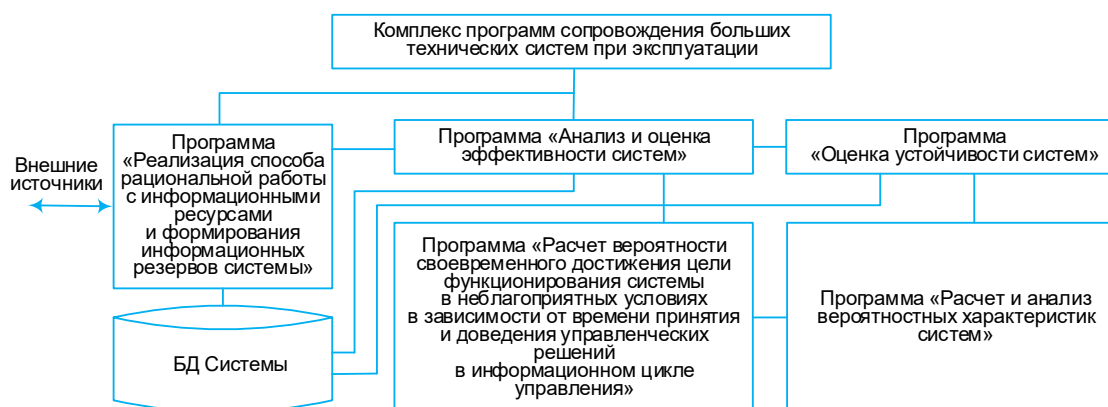


Рис. 3. Структура разработанного комплекса программ

Fig. 3. Structure of the Developed Software Package

Информационные резервы состоят из Базы данных основных сведений о системе, эксплуатации и техническом обеспечении, Архива, а также нормативно-правовых актов, нормативно-технических документов, необходимых для обеспечения функционирования, методического (в составе методик анализа и оценки) и математического обеспечения.

База данных основных сведений о Системе содержит наиболее часто запрашиваемые сведения в виде текстовых документов с краткой информацией по запросу. Документы могут быть в виде отчетов, докладов, выводов по результатам оценки эффективности и качества, сведений об устойчивости, выписок, справок и др. Документы в БД основных сведений о Системе могут содержать ссылки на информацию в Архиве.

База данных основных сведений эксплуатации и технического обеспечения содержит данные о техническом состоянии основных, вспомогательных и общеобъектовых технических средствах, ЗИП и ремонтных комплектах, систем электропитания, заземления и т. д.

Архив содержит сведения о системе, ситуациях и прецедентах решений в виде текстовых документов, шаблонов оформления рабочих документов, таблиц, графиков, рисунков, фотографий, аудио- и видеофайлов и др. Файлы в Архиве могут содержать ссылки на источники получения информации.

Объектами учета в БД являются структурированные и неструктурированные данные внутренних ( $I_{вн}$ ) и внешних ( $I_{внеш}$ ) источников информации, внутренних ( $\mathcal{E}_{вн}$ ) и внешних ( $\mathcal{E}_{внеш}$ ) экспертов и ряд других объектов, которые можно описать через множество параметров и представить в виде:

а) совокупности множеств источников ( $I$ ) и экспертов ( $\mathcal{E}$ ) в виде:

$$I = \{I_{внk}, I_{внешl}, k = 1, K; l = 1, L\},$$

$$\mathcal{E} = \{\mathcal{E}_{вни}, \mathcal{E}_{внешi}, i = 1, I; j = 1, J\},$$

где  $I_{внk}$ ,  $I_{внешl}$  – множество шаблонов данных по источникам;  $\mathcal{E}_{вни}$ ,  $\mathcal{E}_{внешi}$  – множество шаблонов данных по экспертам;  $k, l, i, j$  – количество шаблонных форм по предметным областям (техническим системам, изделиям) компонент и Системы в целом;

б) шаблонных форм следующей структуры:

$$I_{вн} = \langle \Pi_{вн1}, \Pi_{вн2}, \Pi_{вн3}, \Pi_{вн4}, \Pi_{вн5}, \Pi_{вн6} \rangle,$$

$$I_{внеш} = \langle \Pi_{внеш1}, \Pi_{внеш2}, \Pi_{внеш3}, \Pi_{внеш4}, \Pi_{внеш5}, \Pi_{внеш6}, \Pi_{внеш7} \rangle,$$

$$\mathcal{E}_{вн} = \langle \mathcal{P}_{вн1}, \mathcal{P}_{вн2}, \mathcal{P}_{вн3}, \mathcal{P}_{вн4}, \mathcal{P}_{вн5}, \mathcal{P}_{вн6}, \mathcal{P}_{вн7}, \mathcal{P}_{вн8} \rangle,$$

$$\mathcal{E}_{внеш} = \langle \mathcal{P}_{внеш1}, \mathcal{P}_{внеш2}, \mathcal{P}_{внеш3}, \mathcal{P}_{внеш4}, \mathcal{P}_{внеш5}, \mathcal{P}_{внеш6}, \mathcal{P}_{внеш7}, \mathcal{P}_{внеш8} \rangle,$$

где  $\Pi_{вн1}$ ,  $\Pi_{внеш1}$  – название источника (файл, ключевое слово);  $\Pi_{вн2}$  – место в базе данных основных сведений;  $\Pi_{вн3}$  – место в Архиве;  $\Pi_{вн4}$ ,  $\Pi_{внеш4}$  – история обращений;  $\Pi_{вн5}$ ,  $\Pi_{внеш5}$ ,  $\mathcal{P}_{вн6}$ ,  $\mathcal{P}_{внеш6}$  – ко-

личество обращений;  $\Pi_{вн6}$ ,  $\Pi_{внеш6}$ ,  $\mathcal{P}_{вн7}$ ,  $\mathcal{P}_{внеш7}$  – оценка полезности;  $\Pi_{внеш2}$  – Интернет-адрес;  $\Pi_{внеш3}$  – другие источники;  $\Pi_{внеш7}$  – правила доступа;  $\mathcal{P}_{вн1}$ ,  $\mathcal{P}_{внеш1}$  – место в рейтинге;  $\mathcal{P}_{вн2}$ ,  $\mathcal{P}_{внеш2}$  – должность;  $\mathcal{P}_{вн3}$ ,  $\mathcal{P}_{внеш3}$  – фамилия, имя, отчество;  $\mathcal{P}_{вн4}$ ,  $\mathcal{P}_{внеш4}$  – образование, достижения в работе;  $\mathcal{P}_{вн5}$ ,  $\mathcal{P}_{внеш5}$  – стаж работы;  $\mathcal{P}_{вн8}$  – способы связи;  $\mathcal{P}_{внеш8}$  – ссылки на источники, выражающие мнение эксперта.

### Системотехнические решения и результаты

Решение рассмотренного комплекса задач предлагается реализовать специально разработанными и зарегистрированными программными средствами [15–19]. Программные средства входят в состав комплекса, структура которого представлена на рисунке 3.

Программа «Оценка устойчивости систем» выполняет расчеты значений показателей качества, влияющих на устойчивость организационно-технических систем: время устойчивого функционирования, ресурсы, количество элементов, количество персонала, трудозатраты, неисправности, возможности системы по восстановлению и результаты восстановления. Отчеты формируются в виде таблиц, графиков и диаграмм в формате документов Word. Результаты отображаются в режиме реального времени.

Программа «Расчет вероятности своевременного достижения цели функционирования системы в неблагоприятных условиях в зависимости от времени принятия и доведения управленческих решений в информационном цикле управления» позволяет провести расчеты на основе использования экспериментально полученных данных.

Программа «Расчет и анализ вероятностных характеристик системы» позволяет проводить расчет вероятности отказов (неисправностей) задаваемого числа элементов и кумулятивной вероятности в зависимости от общего количества отказов элементов; построение и сравнение графиков и таблиц, а также их сохранение и экспорт в Word и(или) в Excel.

Программа «Анализ и оценка эффективности системы» позволяет сравнивать объекты (периоды времени) по результату и (или) показателю функционирования, а также по соотношению израсходованных ресурсов и результата. Предусмотрена возможность формирования отчетов в формате документов в формате Word, а также визуализации полученных результатов в режиме реального времени.

Программа «Реализация способа рациональной работы с информационными ресурсами и формирования информационных резервов системы» обеспечивает поиск информации, а также формирование информационных резервов системы по требуемой предметной области, состоящей из базы

данных, в которой хранится наиболее часто востребованная информация и архива (куда помещается более подробная информация по заданной предметной области).

Комплексное применение моделей, методик, способа и программ для ЭВМ позволило существенно уменьшить время оценки качества систем и, как следствие, уменьшилось время принятия обоснованных управленческих решений, а также время эксплуатации автоматизированных рабочих мест.

Для оценки возможностей оригинальных системотехнических решений были сформировано две группы автоматизированных рабочих мест и пользователей: контрольная группа, которая не использовала разработанный комплекс программ, и экспериментальная группа, которая использовала автоматизированные рабочие места, оснащенные новым комплексом программ. Результаты применения оригинальных системотехнических решений приведены на рисунке 4.

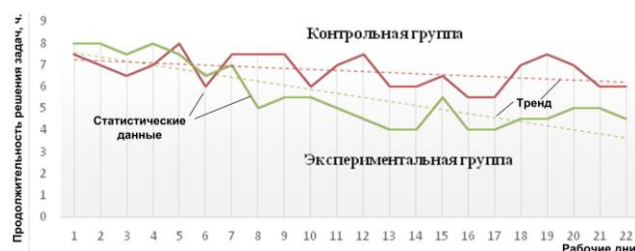


Рис. 4. Результаты применения оригинальных системотехнических решений

Fig. 4. Results of Application of Original System Engineering Solutions

Группы решали однотипные задачи в одинаковых условиях. Выигрыш по времени в экспериментальной группе составил 16,8 % по сравнению с контрольной. При этом продолжительность эксплуатации одного рабочего места экспериментальной группы за 8-часовой рабочий день снизилась в среднем на 1 час. Отмечено, что через 10 рабочих дней после внедрения новых системотехнических решений объем информации в ПЭВМ и серверах увеличился в 1,74 раза. В дальнейшем это увеличение происходило незначительно. Это объясняется характером процесса формирования основных ин-

формационных резервов Системы. По этой же причине в первые 5 рабочих дней увеличилась продолжительность выполнения задач сбора и обработки информации. В течении 15–20 рабочих дней после начала внедрения способа наблюдалось сокращение продолжительности доступа к сети Интернет в среднем на 46 %, а в последующем – не изменялась и составила в среднем 39 минут с одного рабочего места за 8-часовой рабочий день. В результате внедрения нового методического обеспечения и комплекса программ существенно изменилось распределение обращений к информационным ресурсам для ответов на запросы и решения задач сбора и обработки информации (рисунк 5).

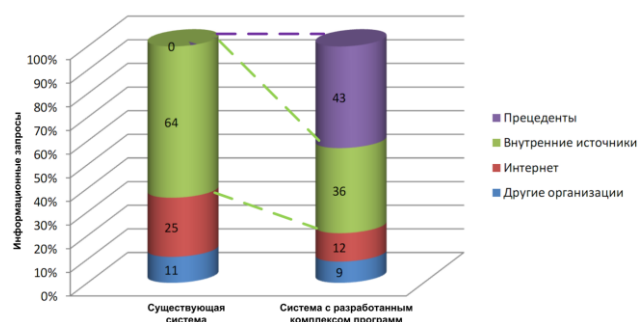


Рис. 5. Распределение обращений к информационным ресурсам

Fig. 5. Distribution of Requests to Information Resources

Анализ диаграмм показывает увеличение количества обращений к внутренним информационным ресурсам (информационным резервам) при уменьшении количества обращений к внешним источникам информации на 15 % в общем объеме запросов.

## Заключение

Модель сопровождения Систем при их эксплуатации рекомендуется в качестве основы для рациональной организации оценки качества Систем. Разработанный комплекс программ позволяет реализовать новую организацию взаимодействия в процессе оценки качества, которая обеспечивает снижение времени оценки в условиях увеличения объемов использованной информации.

## Список используемых источников

1. Шестаков А.В. Введение в методологию обработки геопространственных данных генотипа телекоммуникаций. СПб.: ГУАП, 2016. 325 с.
2. Билятинов К.З., Шлянцев И.В., Меняйло В.В. Применение структурно-функциональной модели в методе и методике оценки качества систем // Вестник воздушно-космической обороны. 2020. № 3(27). С. 5–13.
3. ГОСТ 15467-79 Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения (с Изменением № 1). М.: Стандартинформ, 2009.
4. ГОСТ Р 58777-2019. Воздушный транспорт. Аэропорты. Технические средства досмотра. Методика определения показателей качества распознавания незаконных вложений по теневым рентгеновским изображениям. М.: Стандартинформ, 2019.
5. ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93 Информационная технология (ИТ). Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению. М.: Стандартинформ, 2004.
6. ISO/IEC 25000:2014 Systems and software engineering. Systems and software. Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE). Guide to SQuaRE. 2014-03.
7. Filz M., Herrmann C., Thiede S. Simulation-based Assessment of Quality Inspection Strategies on Manufacturing Systems // Procedia CIRP. 2020. Vol. 93. PP. 777–782. DOI:10.1016/j.procir.2020.04.069

8. Hund L., Schroeder B., Rumsey K., Huerta G. Distinguishing between model- and data-driven inferences for high reliability statistical predictions // Reliability Engineering and System Safety. 2018. Vol. 180. PP. 201–210. DOI:10.1016/j.res.2018.07.017
9. Tran V.P., Shcherbakov M., Nguyen T.A. Yet another method for heterogeneous data fusion and preprocessing in proactive decision support systems: distributed architecture approach // Proceedings of the 20th International Conference on Distributed Computer and Communication Networks (DCCN, Moscow, Russia, 25–29 September 2017). Springer International Publishing AG, 2017. PP. 319–330. DOI:10.1007/978-3-319-66836-9\_27
10. Ерохин С.Д., Петухов А.Н., Пилюгин П.Л. Событийно-ориентированная политика безопасности и формальная модель механизма защиты критических информационных инфраструктур // Труды учебных заведений связи. 2019. Т. 5. № 4. С. 99–105. DOI:10.31854/1813-324X-2019-5-4-99-105
11. Кучерова К.Н. Прогнозирование ресурсов облачных сервисов на основе мониторинговой системы с открытым кодом // Труды учебных заведений связи. 2020. Т. 6. № 3. С. 100–106. DOI:10.31854/1813-324X-2020-6-3-100-106
12. Shreelekhya G., Yazhini, Senthilkumaran U., Manikandan N. Methods for evaluating software architecture-A survey // International Journal of Pharmacy and Technology. 2016. Vol. 8. Iss. 4. PP. 25720–25733.
13. Lumpkin D.R., Horton W.T., Sinfield J.V. Holistic synergy analysis for building subsystem performance and innovation opportunities // Building and Environment. 2020. Vol. 178. DOI:10.1016/j.buildenv.2020.106908
14. Биятдинов К.З., Красов А.В., Меняйло В.В. Исследование систем и анализ результатов испытаний. СПб.: Астерион, 2019. 362 с.
15. Биятдинов К.З. Анализ и оценка эффективности систем. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № RU 2020610389 от 20.12.2019. Оpubл. 14.01.2020.
16. Биятдинов К.З. Расчет и анализ вероятностных характеристик системы. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № RU 2020610203 от 20.12.2019. Оpubл. 10.01.2020
17. Биятдинов К.З. Расчет вероятности своевременного достижения цели функционирования системы в неблагоприятных условиях в зависимости от времени принятия и доведения управленческих решений в информационном цикле управления. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № RU 2019661734 от 22.07.2019. Оpubл. 06.09.2019.
18. Биятдинов К.З. Оценка устойчивости систем. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020615328 от 25.03.2020. Оpubл. 21.05.2020.
19. Биятдинов К.З. Реализация способа рациональной работы с информационными ресурсами и формирования информационных резервов системы. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № RU 2020610335 от 20.12.2019. Оpubл. 13.01.2020.

\* \* \*

## Creation and Implementation of Information Reserves in Big Technical Systems Maintenance

A. Shestakov<sup>1</sup>, K. Biliatdinov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunications,  
St. Petersburg, 193232, Russian Federation

<sup>2</sup>ITMO University,  
St. Petersburg, 197101, Russian Federation

### Article info

DOI:10.31854/1813-324X-2020-6-4-104-110

Received 2nd October 2020

Accepted 18st November 2020

**For citation:** Shestakov A., Biliatdinov K. Creation and Implementation of Information Reserves in Big Technical Systems Maintenance. *Proc. of Telecom. Universities*. 2020;6(4):104–110. (in Russ.) DOI:10.31854/1813-324X-2020-6-4-104-110

**Abstract:** *The introduction and use of modern methods of proactive management of complex systems in decision support systems based on the collection and processing of heterogeneous data about the system and the generated precedents of events and corrective actions requires the search for new system-technical solutions for the data collection, storage and preliminary analysis, taking into account the control conditions and the characteristics of complex systems. A special feature of complex systems, such as large technical systems of industrial facilities, informatization and communication, transport, etc., is the combination of improvement stages (modernization of components) and development of systems (introduction of fundamentally new system engineering solutions) during their regular operation. In this regard, it is quite relevant to study the model for maintaining large technical systems and ways to create databases based on information reserves for decision support of proactive management. For the first time, system engineering solutions for the implementation of the original model and method based on a set of computer programs and the results of experimental tests are presented.*

**Keywords:** *large technical systems, information reserves, model, method of forming information reserves.*

## References

1. Shestakov A.V. *Introduction to the Methodology for Processing Geospatial Data of the Telecommunications Genotype*. St. Petersburg: Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation Publ.; 2016. 325 p. (in Russ.)
2. Biliatdinov K.Z., Shlyantsev I.A., Menailo V.V. Application of a Structural-Functional Model Within the System Quality Assessment Method and Methodology. *Aerospace Defense Herald*. 2020;3(27):5–13. (in Russ.)
3. National Standard of the Russian Federation 15467-79. *Product-quality control. Basic concepts. Terms and definitions*. Moscow: Standardinform Publ.; 2008. (in Russ.)
4. National Standard of the Russian Federation R 58777-2019. *Air transport. Airports. Technical means of inspection. Methodology for determination of quality indicators of recognition of illegal attachments by shadow X-ray images*. Moscow: Standardinform Publ.; 2019. (in Russ.)
5. National Standard of the Russian Federation R ISO/IEC 9126-93. *Information technology. Software product evaluation. Quality characteristics and guidelines for their use*. Moscow: Standardinform Publ.; 2004. (in Russ.)
6. ISO/IEC 25000:2014. *Systems and software engineering. Systems and software. Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE). Guide to SQuaRE*. 2014-03.
7. Filz M., Herrmann C., Thiede S. Simulation-based Assessment of Quality Inspection Strategies on Manufacturing Systems. *Procedia CIRP*. 2020;93:777–782. DOI:10.1016/j.procir.2020.04.069
8. Hund L., Schroeder B., Rumsey K., Huerta G. Distinguishing between model- and data-driven inferences for high reliability statistical predictions. *Reliability Engineering and System Safety*. 2018;180:201–210. DOI:10.1016/j.ress.2018.07.017
9. Tran V.P., Shcherbakov M., Nguyen T.A. Yet another method for heterogeneous data fusion and preprocessing in proactive decision support systems: distributed architecture approach. *Proceedings of the 20th International Conference on Distributed Computer and Communication Networks, DCCN, 25–29 September 2017, Moscow, Russia*. Springer International Publishing AG; 2017. p.319–330. DOI:10.1007/978-3-319-66836-9\_27
10. Erokhin S., Petukhov A., Pilyugin P. Event-based Security Policy and Formal Model of Critical Information Infrastructures Protecting Mechanism. *Proc. of Telecom. Universities*. 2019;5(4):99–105. (in Russ.) DOI:10.31854/1813-324X-2019-5-4-99-105
11. Kucheroва K. Prediction of Cloud Computing Resources Based on the Open Source Monitoring System. *Proc. of Telecom. Universities*. 2020;6(3):100–106. (in Russ.) DOI:10.31854/1813-324X-2020-6-3-100-106
12. Shreelekhy G., Yazhini, Senthilkumaran U., Manikandan N. Methods for evaluating software architecture-A survey. *International Journal of Pharmacy and Technology*. 2016;8(4):25720–25733.
13. Lumpkin D.R., Horton W.T., Sinfield J.V. Holistic synergy analysis for building subsystem performance and innovation opportunities. *Building and Environment*. 2020;178. DOI:10.1016/j.buildenv.2020.106908
14. Bilyatdinov K.Z., Krasov A.V., Menyailo V.V. *Systems Research and Analysis of Test Results*. St. Petersburg.: Asterion Publ.; 2019. 362 p. (in Russ.)
15. Bilyatdinov K.Z. *Analysis and Evaluation of the Effectiveness of Systems*. Patent RF, no. 2020610389, 20.12.2019. (in Russ.)
16. Bilyatdinov K.Z. *Calculation and Analysis of the Probabilistic Characteristics of the System*. Patent RF, no. 2020610203, 20.12.2019. (in Russ.)
17. Bilyatdinov K.Z. *Calculation of the Probability of Timely Achievement of the Goal of the System Functioning in Unfavorable Conditions, Depending on the Time of Making and Communicating Managerial Decisions in the Information Management Cycle*. Patent RF, no. 2019661734, 22.07.2019. (in Russ.)
18. Bilyatdinov K.Z. *Assessment of systems stability*. Patent RF, no. 2020615328, 21.05.2020. (in Russ.)
19. Bilyatdinov K.Z. *Implementation of the Method of Rational Work with Information Resources and the Formation of Information Reserves of the System*. Patent RF, no 2020610335, 20.12.2019. (in Russ.)

## Сведения об авторах:

**ШЕСТАКОВ  
Александр Викторович**

доктор технических наук, старший научный сотрудник, проректор по научной работе Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, [vicerector.sc@sut.ru](mailto:vicerector.sc@sut.ru)  
 <https://orcid.org/0000-0002-8462-6515>

**БИЛЯТДИНОВ  
Камиль Закирович**

кандидат военных наук, доцент, доцент факультета инфокоммуникационных технологий Национального исследовательского университета ИТМО, [k74b@mail.ru](mailto:k74b@mail.ru)