



УДК 004.42

АРХИТЕКТУРА ИНТЕГРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ СВОЙСТВО ПОВЕДЕНИЯ

В.Н. Шведенко^a, О.В. Щекочихин^b^a ООО «Регул +», Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация^b Костромской государственной университет, Кострома, 156005, Российская Федерация

Адрес для переписки: Slim700@yandex.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию 27.09.16, принята к печати 30.10.16

doi: 10.17586/2226-1494-2016-16-6-1078-1083

Язык статьи – русский

Ссылка для цитирования: Шведенко В.Н., Щекочихин О.В. Архитектура интегрированной информационной системы, обеспечивающая свойство поведения // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2016. Т. 16. № 6. С. 1078–1083. doi: 10.17586/2226-1494-2016-16-6-1078-1083

Аннотация

Исследован вопрос построения архитектуры интегрированной информационной системы, позволяющей обеспечить принятие управленческих решений с использованием свойства поведения. В работе рассматривается архитектура информационной системы поддержки принятия решений при управлении производственной системой. Информационная система наделяется свойством поведения, которое должно обеспечивать извлечение, обработку информации, принятие управленческого решения, при этом допускается как автоматизированный, так и автоматический режим работы подсистемы принятия решений. Практическая реализация информационной системы с поведением основана на сервис-ориентированной архитектуре – в информационной системе имеется набор независимых сервисов, которые обеспечивают получение данных из ее подсистем или обработку данных отдельным приложением в соответствии с выбранным вариантом разрешения проблемной ситуации. Для создания интегрированной информационной системы с поведением предлагается архитектура, включающая следующие подсистемы: шина данных, подсистема взаимодействия с интегрируемыми приложениями на основе метаданных, подсистема управления бизнес-процессами, подсистема анализа текущего состояния предприятия и принятия управленческих решений, подсистема обучения поведению. Для каждой проблемной ситуации в единой сервисной шине создается отдельный логический слой, обслуживающий обработку проблемной ситуации. Это позволяет уменьшить сложность архитектуры информационной системы за счет того, что при неизменном количестве элементов системы количество связей уменьшается, так как каждый слой обеспечивает связь центра ответственности за ресурс с сервисами соответствующих приложений. При возникновении подобной проблемной ситуации ее разрешение будет проходить автоматически, путем извлечения из репозитория метамодели проблемной ситуации и метамодели бизнес-процесса ее разрешения. При исполнении бизнес-процесса в соответствующие центры ответственности выдаются команды, которые должны разрешить проблемную ситуацию.

Ключевые слова

информационная система, интеграция, поведение системы, сервис-ориентированная архитектура, шина данных, принятие управленческих решений

INTEGRATED INFORMATION SYSTEM ARCHITECTURE PROVIDING BEHAVIORAL FEATURE

V.N. Shvedenko^a, O.V. Schekochikhin^b^a “Regul +”, LLC, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation^b Kostroma State University, Kostroma, 156005, Russian Federation

Corresponding author: Slim700@yandex.ru

Article info

Received 27.09.16, accepted 30.10.16

doi: 10.17586/2226-1494-2016-16-6-1078-1083

Article in Russian

For citation: Shvedenko V.N., Schekochikhin O.V. Integrated information system architecture providing behavioral feature. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2016, vol. 16, no. 6, pp. 1078–1083. doi: 10.17586/2226-1494-2016-16-6-1078-1083

Abstract

The paper deals with creation of integrated information system architecture capable of supporting management decisions using behavioral features. The paper considers the architecture of information decision support system for production system management. The behavioral feature is given to an information system, and it ensures extraction, processing of information, management decision-making with both automated and automatic modes of decision-making subsystem being permitted. Practical implementation of information system with behavior is based on service-oriented architecture: there is a set of independent services in the information system that provides data of its subsystems or data processing by separate application under the chosen variant of the problematic situation settlement. For creation of integrated information system with behavior we propose architecture including the following subsystems: data bus, subsystem for interaction with the integrated applications based on metadata, business process management subsystem, subsystem for the current state analysis of the enterprise and management decision-making, behavior training subsystem. For each problematic situation a separate logical layer service is created in Unified Service Bus handling problematic situations. This architecture reduces system information complexity due to the fact that with a constant amount of system elements the number of links decreases, since each layer provides communication center of responsibility for the resource with the services of corresponding applications. If a similar problematic situation occurs, its resolution is automatically removed from problem situation metamodel repository and business process metamodel of its settlement. In the business process performance commands are generated to the corresponding centers of responsibility to settle a problematic situation.

Keywords

information system, integration, system behavior, service-oriented architecture, data bus, management decision-making

Введение

В процессе управления производственной системой периодически возникают ситуации, для решения которых информационная система (ИС) не может обеспечить поддержку принятия управленческого решения. ИС может поддерживать только типовые ситуации, которые заложены в алгоритмы управления производственной системой. Если возникает нетипичная ситуация, то основные функции управления переключаются на человека, и он начинает решать задачи по сбору, обработке, извлечению и передаче данных, исходя из своего личного опыта, профессиональной подготовленности, уровня интеллектуального развития, интуиции и т.п. [1–3].

Современные ИС позволяют ряд функций перевести в автоматический режим, и особый интерес представляет функция поведения, а именно передача функции поведения от человека к информационной системе [4]. Современные подходы к созданию автоматизированных систем поддержки принятия решений строятся на основе иерархии подсистем, таких как система управления данными (the Data Management System), система управления моделями (the Model Management system), машина знаний (the Knowledge Engine), интерфейс пользователя (the User Interface) [5–8]. Известные решения для корпоративных ИС основываются на интеграции самостоятельных приложений, на основе специализированных фреймворков и платформ [9–14].

В настоящей работе рассматривается класс ИС, обладающих свойством поведения, которые ориентированы на задачи управления промышленным предприятием. Такие ИС объединяют гетерогенные программные средства, обеспечивая при этом в соответствии с заданными регламентами выявление проблемных ситуаций и формирование управленческого решения. Ввиду большого разнообразия управляемых объектов и их связей в работе определены базовые понятия, необходимые для создания архитектуры интегрированной информационной системы, обладающей свойством поведения.

В работе рассматривается архитектура ИС поддержки принятия решений при управлении производственной системой. ИС наделяется свойством поведения, которое должно обеспечивать извлечение, обработку информации, принятие управленческого решения, при этом допускается как автоматизированный, так и автоматический режим работы подсистемы принятия решений.

Базовые понятия и определения

Бизнес-процесс (БП) – это связанный набор повторяемых действий, преобразующих исходный ресурс в конечный продукт в соответствии с заранее установленными правилами. За исполнение БП отвечает лицо, принимающее решение, находящееся в центре ответственности. Деятельность центра ответственности оценивается отклонением от нормативной величины расходуемых ресурсов предприятия. Для оценки состояния БП и центров ответственности используются группы показателей.

Показатель – это количественное или качественное отражение состояния свойства элемента системы или связи между элементами, которое измеряется и может быть представлено набором данных. Показатели классифицируются по видам ресурсов, степени актуальности, методам измерения и т.п. [15].

Интегрированная информационная система обеспечивает выполнение задач в условиях меняющихся целей организации, объединяя в себе как гомогенные, так и гетерогенные программные средства, обеспечивающие сбор, хранение и обработку данных о состоянии производственной системы, что приводит к уменьшению затрат на ее адаптацию и эксплуатацию [16, 17].

Интеллектуальная информационная система осуществляет поддержку принятия обоснованных управленческих решений на основе логико-математических методов поиска и обработки информации о

состоянии производственной системы, выявления проблемной ситуации и перевода производственной системы в заранее заданное состояние.

Объединение возможностей интегрированной и интеллектуальной ИС позволяет перейти к созданию нового класса ИС, которые обладают свойством поведения [18]. Основная заявляемая характеристика таких систем – расширение функциональных возможностей ИС без перенастройки ее архитектуры. Это особенно важно, если производственная система под действием негативных факторов перестает достигать заранее установленные цели. При этом происходит рассогласование между функциями управления производственной системы и возможностями их информационной поддержки.

Информационная система с поведением позволяет расширять функциональные возможности ИС без перенастройки отдельных компонентов системы в условиях возникновения проблемных ситуаций, когда производственную систему нужно перевести в устойчивое состояние или когда имеется набор мероприятий планового перевода производственной системы из текущего состояния в новое устойчивое состояние. Состояние производственной системы определяется на основе группы показателей.

Инструментальным средством реализации функций поведения является механизм создания и эксплуатации моделей поведения.

Модель поведения представляет собой алгоритм перевода производственной системы из одного состояния в другое в соответствии с целями производственной системы на основе анализа показателей. Чем большее количество факторов будет учитываться, тем более эффективными будут алгоритмы модели поведения.

Архитектура информационной системы

Практическая реализация ИС с поведением основана на сервис-ориентированной архитектуре – в ИС имеется набор независимых сервисов, которые обеспечивают получение данных из ее подсистем, в том числе систем управления базами данных (СУБД), или обработку данных отдельным приложением в соответствии с выбранным вариантом разрешения проблемной ситуации – модели поведения (рисунок). Допускается, что сервис может выдавать избыточные данные. Для каждой модели поведения в единой сервисной шине создается отдельный логический слой, обеспечивающий разрешение конкретной проблемной ситуации. Это позволяет уменьшить сложность архитектуры ИС за счет того, что при неизменном количестве элементов системы количество связей уменьшается, так как каждый слой обеспечивает связь центра ответственности за ресурс с сервисами соответствующих приложений. Увеличение количества элементов в системе влечет линейное увеличение связей по формуле $2n$, где n – количество элементов системы.

Для создания корпоративной ИС с поведением предлагается архитектура, включающая следующий набор подсистем:

1. шина данных;
2. подсистема взаимодействия с интегрируемыми приложениями на основе метаданных;
3. подсистема управления бизнес-процессами;
4. подсистема анализа текущего состояния предприятия и принятия управленческих решений;
5. подсистема обучения поведению.

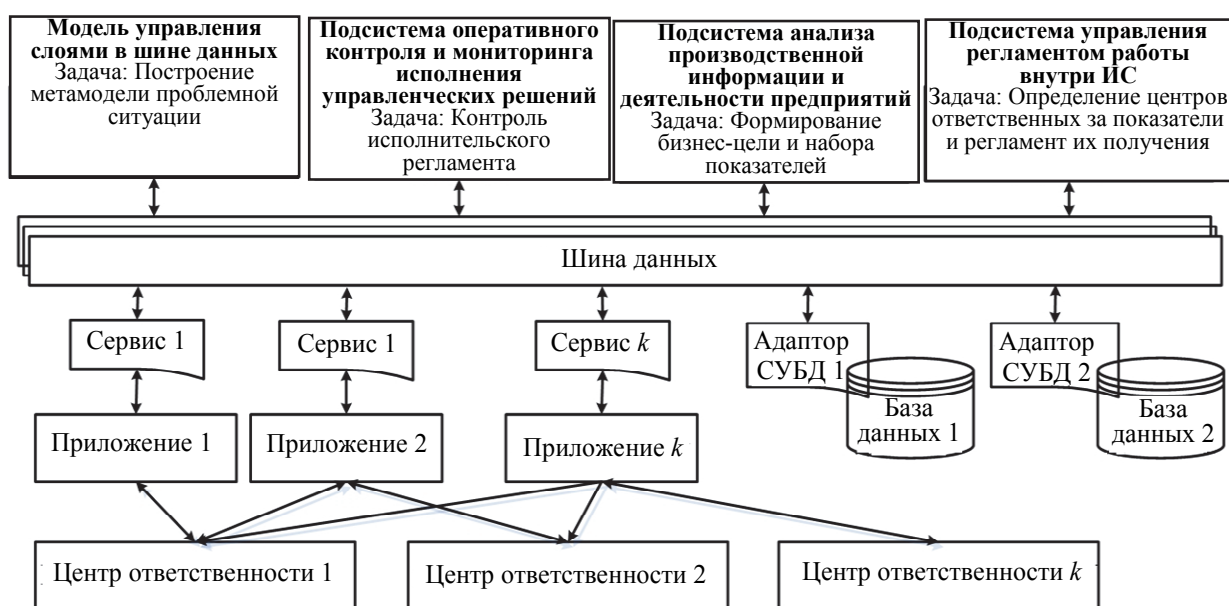


Рисунок. Структурная схема интегрированной информационной системы, обеспечивающая свойство поведения: k – количество сервисов и приложений в ИС, N – количество центров ответственности

Основные задачи **шины данных** – поддержка среды передачи данных по общим правилам и стандартам, обеспечение сериализации и десериализации данных, обеспечение работы интегрирующих сервисов. Передача данных через шину позволяют приложениям хранить и передавать потоки структурированных данных, которые они используют. Поток данных может быть передан на обработку, на запись в базу или хранилище данных в соответствии с моделью данных, которая заложена в источник и приемник данных. В простейшем случае хранение и передача данных через шину определяется оригинальными алгоритмами и конкретными адресами передачи данных. В шине данных выделяются логические слои. В каждом логическом слое шины ведется обработка данных, обеспечивающих заданную модель поведения.

Подсистема взаимодействия с интегрируемыми приложениями на основе метаданных представляет собой единую справочную систему, которая согласует данные из различных баз данных и приложений, интегрированных в ИС. Для обеспечения функционирования единой информационной среды особое значение приобретает метамоделирование систем, при этом моделирование структур данных неотделимо от метамоделирования источника данных.

Функциями подсистемы являются хранение метамodelей структур данных, поддержка стандарта предприятия по метамоделированию производственных и управленческих процессов, взаимодействие с приложениями посредством API. При этом данные, обрабатываемые в ИС, находятся в распределенном хранилище, состоящем из набора баз данных и соответствующих СУБД, которые интегрированы в ИС как типовые приложения. Таким образом, подсистема взаимодействия с интегрируемыми приложениями на основе метаданных делает систему открытой по отношению к внешним приложениям, базам данных и хранилищам данных других систем и тем самым обеспечивает информационную поддержку принятия управленческих решений.

Подсистема управления бизнес-процессами позволяет формировать потоки задач на рабочих местах сотрудников, т.е. в центрах ответственности за определенный ресурс, в рамках регламентов исполнения БП. Построение структуры БП происходит на основе иерархии ролей, существующих на предприятии и заложенных в систему.

При возникновении проблемной ситуации или недостатке информации для принятия управленческого решения подключается подсистема управления поведением, так как требуется останов типового БП, показатели которого вышли за пределы нормы, и запуск другого БП – для получения необходимых данных и разрешения проблемной ситуации, в соответствии с выбранной моделью поведения ИС. Подсистема управления БП осуществляет поиск интегрированного компонента ИС, способного выполнить необходимую задачу поставки или обработки данных. Работа подсистемы основана на принципах, присущих мультиагентным системам, таким как автономность, ограниченность представления, децентрализация.

Подсистема анализа текущего состояния предприятия и принятия управленческих решений. При взаимодействии отдельных подсистем большую роль играет диагностика состояния системы в целом. В свою очередь, важным этапом контроля состояния системы является процесс выборки данных, характеризующих состояние ресурса системы, которые описываются множеством показателей.

Основные функции подсистемы – формирование системы показателей производственных процессов, определение нормативных значений показателей, определение условий распознавания проблемной ситуации, принятие управленческого решения.

Множество показателей, которые характеризуют работу центра ответственности, есть совокупность четырех элементов: должность, определяющая функции исполнителя, объект управления, определяющий сегмент данных из корпоративного хранилища данных, регламент работы в рамках БП и набор показателей, по которым можно отследить исполнение БП. Таким образом, элемент множества показателей представляет собой кортеж информации:

$$PR_k = \langle PF, PN, Pl, Pu, n \rangle,$$

где $PF, PN, Pl, Pu \in C$ – свойства информационного объекта центра ответственности; PF содержит фактическое значение показателя; PN содержит нормативное значение показателя; Pl, Pu определяют нижнюю и верхнюю границу допустимого диапазона значений показателя; n – имя показателя, смысловая характеристика показателя; k – индекс центра ответственности в структуре БП.

Если $PN = PF$, то работа центра ответственности по этому показателю оценивается как нормальная. Если $PF \in [Pl; Pu]$, то работа центра ответственности по этому показателю оценивается как штатная. Если $PF \notin [Pl; Pu]$, то работа центра ответственности по этому показателю оценивается как нештатная. Объединение множеств показателей центров ответственности образует множество показателей БП:

$$PR^D = PR^{C_0^{D_1}} \cup PR^{C_1^{D_1}} \cup \dots \cup PR^{C_{n-1}^{D_1}},$$

где C – множество информационных объектов; D – множество БП. Тем самым обеспечивается контроль за производственной системой и принятие управленческих решений в соответствии с существующими моделями поведения, которые хранятся и извлекаются из репозитория моделей поведения.

Подсистема обучения поведению активизируется, когда текущему состоянию системы не может быть поставлена в соответствие известная модель поведения.

Функции подсистемы – поиск проблемной ситуации, выявление возможных альтернатив разрешения проблемной ситуации, поиск данных для анализа проблемной ситуации и построения новой модели поведения.

Построение новой модели поведения осуществляется по следующим правилам.

- Для принятия решения по проблемной ситуации может понадобиться новый сервис, новое приложение или новый источник данных.
- Если интегрированная информационная система имеет источник данных и приложение, предоставляющее необходимые методы их обработки, то достаточно разработать или настроить новый сервис для интеграции приложения.
- Если интегрированная информационная система имеет только источник данных, но не имеет инструментов их обработки, то необходимо выбрать их из существующих или разработать новое приложение и интегрирующий сервис.
- Если интегрированная информационная система для разрешения проблемной ситуации не имеет источника данных, то его необходимо сформировать либо подключить, а также подключить приложение для обработки этих данных.

После построения метамодели проблемной ситуации проектируется новая схема БП и размещается в репозиторий метамodelей. Структура БП должна повторять логику разрешения проблемной ситуации, которая обеспечивает новую модель поведения ИС.

При возникновении аналогичной проблемной ситуации ее разрешение будет проходить автоматически, путем извлечения из репозитория метамодели проблемной ситуации и метамодели БП ее разрешения в подсистеме управления БП. При исполнении БП в соответствующие центры ответственности выдаются команды, которые должны разрешить проблемную ситуацию. Таким образом, реализуется функция поведения в ИС управления предприятием.

С увеличением числа анализируемых показателей возрастает количество моделей поведения, что будет способствовать качеству принятия управленческих решения ИС с поведением. При этом сложность построения ИС переходит в настройку связи слоев шины данных с приложениями и в настройку «данные–метаданные» с различных слоев.

Вариант архитектуры реализован с использованием средств Oracle APEX. Возможности Oracle scheduler используются для мониторинга сервисов в модуле управления слоями шины данных, исполнения регламента БП. Для поддержки работы шины данных используются хранимые процедуры, позволяющие динамически формировать SQL-запросы и осуществлять их выполнение. Подсистема моделирования метаданных реализована средствами языка Object Pascal с использованием библиотеки компонентов обеспечения связи с СУБД Oracle ODAC.

Заключение

В работе представлена архитектура интегрированной информационной системы, позволяющая обеспечить принятие управленческих решений с использованием свойства поведения. Предложен вариант реализации шины данных в виде многослойной структуры. Дано описание функционально независимых подсистем, обеспечивающих работу интегрированной информационной системы в режиме подготовки и принятия управленческих решений.

Литература

1. Волков А.А., Набатов Р.А., Щекочихин О.В. Адаптивная автоматизированная система сбора и отображения информации для управления предприятием // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. 2008. № 46. С 3–6.
2. Шведенко В.Н., Веселова Н.С. Моделирование информационных ресурсов предприятия при процессной организации системы управления // Программные продукты и системы. 2014. №4. С. 260–264. doi: 10.15827/0236-235X.108.260-264
3. Шведенко В.Н., Волков А.А. Модель формирования параллельных структур в объектно-ориентированных СУБД // Программные продукты и системы. 2011. № 3. С. 3.
4. Шведенко В.Н., Щекочихин О.В., Шведенко П.В. Критерии оценки и модели информационных систем, обладающих свойством поведения // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2016. Т. 16. № 4. С. 649–654. doi: 10.17586/2226-1494-2016-16-4-649-654
5. Клучко В.И., Шумков Е.А., Власенко А.В., Карнизьян Р.О. Архитектуры систем поддержки принятия решений //

References

1. Volkov A.A., Nabatov R.A., Shchekochikhin O.V. Adaptive automated system for information collection and display business management. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2008, no. 46, pp. 3–6. (In Russian)
2. Shvedenko V.N., Veselova N.S. Enterprise information resources modeling for process organization of enterprise management system. *Programmnye Produkty i Sistemy*, 2014, no. 4, pp. 260–264. (In Russian) doi: 10.15827/0236-235X.108.260-264
3. Shvedenko V.N., Volkov A.A. Model of parallel structures organization in oop. *Programmnye Produkty i Sistemy*, 2011, no. 3, p. 3.
4. Shvedenko V.N., Shchekochikhin O.V., Shvedenko P.V. Evaluation criteria and models of information systems with the property of behavior. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2016, vol. 16, no. 4, pp. 649–654. doi: 10.17586/2226-1494-2016-16-4-649-654
5. Kluchko V.I., Shumkov E.A., Vlasenko A.V., Karnizyan R.O.

- Научный журнал КубГАУ. 2013. №86. С. 290–299.
6. Фатуев В.А., Сафронова М.А., Родненкова И.Ю. Концепция разработки инструментальных средств для проектирования систем поддержки принятия решений // Известия ТулГУ. Технические науки. 2012. №12-2. С. 211–218.
 7. Килина А.А., Паринов М.В., Чижов М.И. Архитектура системы поддержки принятия и контроля проектных решений // Вестник ВГТУ. 2011. №12-2. С. 41–44.
 8. Khakpour N., Arbab F., Rutten E. Synthesizing structural and behavioral control for reconfigurations in component-based systems // *Formal Aspects of Computing*. 2016. V. 28. P. 21–43. doi: 10.1007/s00165-015-0346-y
 9. Li W., Liu K., Liu S. Semiotics in interoperation for information systems working collaboratively // *Communications in Computer and Information Science*. 2015. V. 454. P. 370–386. doi: 10.1007/978-3-662-46549-3_24
 10. Liu S., Li W., Liu K., Han J. Evaluation frameworks for information systems integration: from a semiotic lens // *Proc. 3rd Int. Conf. on Logistics, Informatics and Service Science*. UK, 2013. P. 559–568.
 11. Konersmann M., Goedicke M. Integrating protocol contracts with program code – a lightweight approach for applied behaviour models that respect their execution context // *Lecture Notes in Computer Science*. 2015. V. 6368. P. 197–219. doi: 10.1007/978-3-319-21912-7_8
 12. Panetto H., Molina A. Enterprise integration and interoperability in manufacturing systems: trends and issues // *Computers in Industry*. 2008. V. 59. N 7. P. 641–646. doi: 10.1016/j.compind.2007.12.010
 13. McNeile A.T., Roubtsova E.E. Programming in protocols - a paradigm of behavioral programming // *Proc. 3rd Int. Conf. ENASE*. Funchal, Portugal, 2008. P. 23–30.
 14. Djajadikerta H.G., Roni S.M., Trireksani T. Dysfunctional information system behaviors are not all created the same: challenges to the generalizability of security-based research // *Information and Management*. 2015. V. 52. N 8. P. 1012–1024. doi: 10.1016/j.im.2015.07.008
 15. Павлов А.М., Шведенко В.В., Шведенко П.В. Метрическая система оценки деятельности организации в объектно-процессном программном комплексе «Cobra++»: ее назначение и структура // *Технические науки — от теории к практике*. 2015. №44. С. 14–21.
 16. Yahia E., Aubry A., Panetto H. Formal measures for semantic interoperability assessment in cooperative enterprise information systems // *Computers in Industry*. 2012. V. 63. N 5. P. 443–457. doi: 10.1016/j.compind.2012.01.010
 17. Izza S. Integration of industrial information systems: from syntactic to semantic integration approaches // *Enterprise Information Systems*. 2009. V. 3. N 1. P. 1–57. doi: 10.1080/17517570802521163
 18. Mitchell V.L. Knowledge integration and information technology project performance // *MIS Quarterly: Management Information Systems*. 2006. V. 30. N 4. P. 919–939.
 - Architecture of decision support systems. *Scientific Journal of KubSAU*, 2013, vol. 86, pp. 290–299.
 6. Fatuev V.A., Safronova M.A., Rodnenkova I.Yu. The concept of development of tools for design of systems of support of decision-making at management of dynamic systems. *News of the Tula State University. Technical Sciences*, 2012, no. 12–2, pp. 211–218.
 7. Kilina A.A., Parinov M.V., Chizhov M.I. System architecture supporting decision and control project making. *The Bulletin of Voronezh State Technical University*, 2011, no. 12-2, pp. 41–44.
 8. Khakpour N., Arbab F., Rutten E. Synthesizing structural and behavioral control for reconfigurations in component-based systems. *Formal Aspects of Computing*, 2016, vol. 28, pp. 21–43. doi: 10.1007/s00165-015-0346-y
 9. Li W., Liu K., Liu S. Semiotics in interoperation for information systems working collaboratively. *Communications in Computer and Information Science*, 2015, vol. 454, pp. 370–386. doi: 10.1007/978-3-662-46549-3_24
 10. Liu S., Li W., Liu K., Han J. Evaluation frameworks for information systems integration: from a semiotic lens. *Proc. 3rd Int. Conf. on Logistics, Informatics and Service Science*. UK, 2013, pp. 559–568.
 11. Konersmann M., Goedicke M. Integrating protocol contracts with program code – a lightweight approach for applied behaviour models that respect their execution context. *Lecture Notes in Computer Science*, 2015, vol. 6368, pp. 197–219. doi: 10.1007/978-3-319-21912-7_8
 12. Panetto H., Molina A. Enterprise integration and interoperability in manufacturing systems: trends and issues. *Computers in Industry*, 2008, vol. 59, no. 7, pp. 641–646. doi: 10.1016/j.compind.2007.12.010
 13. McNeile A.T., Roubtsova E.E. Programming in protocols - a paradigm of behavioral programming. *Proc. 3rd Int. Conf. ENASE*. Funchal, Portugal, 2008, pp. 23–30.
 14. Djajadikerta H.G., Roni S.M., Trireksani T. Dysfunctional information system behaviors are not all created the same: challenges to the generalizability of security-based research. *Information and Management*, 2015, vol. 52, no. 8, pp. 1012–1024. doi: 10.1016/j.im.2015.07.008
 15. Pavlov A.M., Shvedenko V.V., Shvedenko P.V. The metric system of assessing performance in an object-process-based software package Cobra++: its purpose and structure. *Tekhnicheskie Nauki - ot Teorii k Praktike*, 2015, no. 44, pp. 14–21.
 16. Yahia E., Aubry A., Panetto H. Formal measures for semantic interoperability assessment in cooperative enterprise information systems. *Computers in Industry*, 2012, vol. 63, no. 5, pp. 443–457. doi: 10.1016/j.compind.2012.01.010
 17. Izza S. Integration of industrial information systems: from syntactic to semantic integration approaches. *Enterprise Information Systems*, 2009, vol. 3, no. 1, pp. 1–57. doi: 10.1080/17517570802521163
 18. Mitchell V.L. Knowledge integration and information technology project performance. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 2006, vol. 30, no. 4, pp. 919–939.

Авторы

Шведенко Владимир Николаевич – доктор технических наук, профессор, научный руководитель проекта, ООО «Регул +», Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация, shvn.d3@mail.ru
Щекочихин Олег Владимирович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой, Костромской государственный университет, Кострома, 156005, Российская Федерация, Slim700@yandex.ru

Authors

Vladimir N. Shvedenko – D.Sc., Professor, Project supervisor, “Regul +”, LLC, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation, shvn.d3@mail.ru
Oleg V. Shekochikhin – PhD, Associate professor, Kostroma State University, Kostroma, 156005, Russian Federation, Slim700@yandex.ru