

МЫШЛЯВЦЕВ Александр Владимирович, доктор химических наук, профессор (Россия), проректор по учебной работе.

SPIN-код: 1405-0884

AuthorID (РИНЦ): 44784

ResearcherID: H-7654-2013

AuthorID (SCOPUS): 6701836796

МЫШЛЯВЦЕВА Марта Доржукаевна, доктор физико-математических наук, доцент (Россия), заведующая кафедрой «Высшая математика».

SPIN-код: 4952-9267

AuthorID (РИНЦ): 391268

ResearcherID: H-5361-2013

ФЕФЕЛОВ Василий Федорович, кандидат химических наук, начальник НИЧ.

SPIN-код: 7687-1694

AuthorID (РИНЦ): 566703

ORCID: 0000-0002-0571-6230

AuthorID (SCOPUS): 2663378040

ResearcherID: J-3628-2013

Адрес для переписки: myshlav@mail.ru

Для цитирования

Мышлявцев А. В., Мышлявцева М. Д., Фефелов В. Ф. Модель бинарной мономолекулярной коадсорбции на квадратной решетке при притяжении частиц разного типа // Омский научный вестник. 2018. № 3 (159). С. 123–126. DOI: 10.25206/1813-8225-2018-159-123-126.

Статья поступила в редакцию 29.05.2018 г.

© А. В. Мышлявцев, М. Д. Мышлявцева, В. Ф. Фефелов

УДК 004.4'22

DOI: 10.25206/1813-8225-2018-159-126-132

Е. Ю. АНДИЕВА
Е. М. ГУРЬЕВА
В. А. МИХАЙЛОВ

Омский государственный
технический университет,
г. Омск

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ЭКОСИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ РЕШЕНИЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ

Проблема формирования эффективной «цифровой» организации базы инженерных знаний ИТ-проектов обозначила задачу формирования специализированной среды для накопления базы лучших инженерных практик. Статья содержит подробный анализ технологических платформ, применимых для обеспечения экосистемы формирования базы инженерных практик в области цифровых решений I4.0. В статье выделены основные проблемы обеспеченности экосистемы разработок решений промышленной автоматизации с учетом особенностей глобальных изменений в области цифровых инженерных практик. В ходе исследования выявлено, что существует тот же ряд нерешенных проблем значительного отставания в обеспеченности экосистемы разработки сложных интегральных решений промышленной автоматизации. Решения, охватывающие большинство процессов ЖЦ систем и его модели, являются зарубежными и проприетарными.

Ключевые слова: индустрия 4.0 (I4.0), экосистема, системная инженерия, инженерно-техническая система, цифровые инженерные практики.

Введение. На сегодняшний день наблюдается активная проектная деятельность в области разработки цифровых решений для производственных систем в Российской Федерации (РФ). Такая ситуация обусловлена вызовами — глобальной цифровизацией пространства ведущих экономик мира, существенными ограничениями в рамках санкций и необходимостью быстрого реагирования на них и активного импортозамещения ИТ-продуктов и услуг. В направлении новой Технологической инициативы инновационного развития РФ [1] формируется парадигма цифровой экономики [2, 3].

Особенностью сложившейся макроэкономической ситуации РФ является концентрация управления финансовыми ресурсами при значительном

территориальном удалении производственных. Менеджмент компаний, индустриальных флагманов российской экономики, в том числе нефтегазовых, ставит цель глобальной цифровизации производственных систем и осуществления высокотехнологичного контроля бизнес-деятельности в рамках вертикальной организации управления. Также сформировалось устойчивое и высокопрофессиональное понимание необходимости перехода к управлению сверхбольших компаний на основе внутренних партнерских взаимовыгодных отношений, в большой степени ориентированных на эффективную горизонтальную интеграцию. Наиболее сложная ситуация складывается с цифровыми инженерно-технологическими проектными решениями,

которые на сегодняшний день, при необходимости и имеющихся возможностях бесшовной цифровизации, приобретают междисциплинарный и межпроектный характер. Стоимость цифровых инженерных проектных решений, нагруженных многими сложными научно-исследовательскими задачами и высокими рисками, присущими уникальной наукоемкой инновационной инженерно-технологической деятельности, оправдывается только в случае эффективного менеджмента с организационной и инструментальной поддержкой, формирующей не менее сложную экосистему.

Постановка задачи. Одной проблемой, давно обсуждаемой и прорабатываемой, является проблема формирования эффективной «цифровой» организация базы инженерных знаний ИТ-проектов [4]. Многие авторы прорабатывают вопросы поиска, сбора и эффективного использования информации касаясь инженерных проектов, в том числе с большой научно-исследовательской составляющей [5–8]. Очевидно, многие проблемы системного подхода на практике работы с инженерными проектами остаются открытыми и только становятся более острыми. На сегодняшний день задача переориентируется в область накопления и использования лучших инженерных практик, имеющих явный межотраслевой, межпроектный и перекрестно-организованный характер в области промышленной цифровизации.

На формирование такой области знаний направлена системная инженерия как «междисциплинарный подход и средства для создания успешных систем; междисциплинарный подход, охватывающий все технические усилия по развитию и верификации интегрированного и сбалансированного в жизненном цикле множества системных решений, касающихся людей, продукта и процесса, которые удовлетворяют потребности заказчика» [9]. Дадим еще одно релевантное определение, данное в актуальной версии SEBoK в 2016 году [10] и гармонизированное со стандартным определением ISO/IEC/IEEE 24765:2010: «системная инженерия — междисциплинарный подход и средства для создания успешных систем, которые фокусируются на целостном и взаимном понимании потребностей заинтересованных сторон; изучении возможностей; документировании требований; синтезе, верификации, проверки и эволюции решений при рассмотрении полной задачи, от поиска концепции системы до утилизации системы» [11].

Уточним и примем следующее определение инженерно-технической системы: инженерно-техническая система (англ. *Engineered System*) — это открытая, конкретная система технических и/или социально-технических элементов (например, производственная система), которая является основополагающей для определения жизненного цикла продукта/услуги, также обеспечивающих процессов [12]. Отнесем глобальные сложные инженерно-технические гетерогенные системы к *Системе Систем* (англ. *System of Systems (SoS)*). *SoS* — набор ориентированных на конкретные задачи (или специализированные) систем, которые объединяют свои ресурсы и возможности вместе, чтобы создать новую, более сложную систему, которая предлагает более широкую функциональность и высокую производительность, чем просто сумма составляющих систем [13].

Выделим из *SoS Систему разработки проектов цифровых инженерно-технических решений*, имею-

щих межотраслевой, межпроектный и перекрестно-организованный характер. Такая Система имеет следующие значимые элементы, определяющие успешность ее деятельности [13]: команда, технология работы и «работа». Команда должна обладать необходимым набором компетенций, применяемых в процессе выполнения работы, в результате чего формируются практики реализации определенной технологии. Наиболее удачные практики формируют базу сложных цифровых инженерных решений. Отметим, что ментальные особенности выделенных элементов обуславливают необходимость обеспечения эффективных коммуникаций, реализуемых в *Федеративной Системе* (англ. *Federation of Systems, (FoS)*), основанной на принципе отношений — «коалиция желающих» [14]. Довлеющим принципом управления обособленной *FoS* из *SoS* является принцип взаимовыгодного сотрудничества, равноправного партнерства, иначе — *принцип коллаборативного менеджмента* (англ. *Collaboration Management, (CM)*) [15].

Таким образом обозначилась задача формирования специализированной среды для накопления базы лучших инженерных практик. Принцип коллаборативного менеджмента должен быть определяющим для рабочего пространства совместных разработок. Организационно такой подход может базироваться на известных крауд-технологиях, особенно хорошо развитых в области управления ИТ-проектами. Например, во множестве программных решений, реализованных в технологиях и инструментальных средах для профессиональных ИТ-разработчиков [16]. Примерами могут служить инициативы IBM, Microsoft в области управления жизненным циклом ИТ-проектов [17, 18], интернет-ресурсы созданных гигантов-консорциумов для решения задач индустриальной цифровизации и цифровизации общества и экономик в целом [19, 20].

Для российских разработчиков обостряется проблема длительного застоя в области системной инженерии и, как следствие, отсутствие собственных и/или адаптированных российских, имеющих аутентичный профессиональный русский перевод, актуальных международных стандартов, а также собственных инструментальных сред [21, 22].

Для решения проблемы необходимо в короткие сроки разработать концептуальное решение — архитектурное видение информационного интернет-пространства, обеспечивающего инфраструктуру инновационных проектов цифровизации, главным образом промышленного сектора. Необходимо учитывать принцип взаимовыгодного сотрудничества и равноправного партнерства с возможностью реализации коллаборативной фильтрации и с целью формирования совместной базы лучших инженерных практик. Очевидно, прежде всего для обеспечения эффективных коммуникаций необходимо обеспечить синтаксическую и семантическую интероперабельность проектной документации цифровых решений.

Поиск решения. Стандарт ГОСТ Р 57193–2016 дает следующие важные определения жизненного цикла (ЖЦ) систем и его модели: «Жизненный цикл (англ. *life cycle*) — развитие системы, продукции, услуги, проекта или другой создаваемой человеком сущности от замысла до списания. Модель жизненного цикла (англ. *life cycle model*) — структурная основа процессов и действий, относящихся к ЖЦ, которая также служит в качестве общего эталона для установления связей и понимания»

Группы процессов в контексте системы согласно ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 [22]

Процессы в контексте системы			Специальные процессы программных средств	
1. Процессы соглашения	3. Процессы проекта	4. Технические процессы	5. Процессы реализации ПС	6. Процессы поддержки ПС
Процесс приобретения	Процесс планирования проекта	4.1. Процесс определения требований правообладателей	5.1. Процесс реализации программных средств	6.1. Процесс менеджмента программной документации
Процесс поставки	Оценка проекта и процесс управления	4.2. Процесс анализа системных требований	5.2. Процесс анализа требований программных средств	6.2. Процесс менеджмента конфигурации
	Процесс менеджмента решений	4.3. Процесс проектирования архитектуры системы	5.3. Процесс проектирования архитектуры программных средств	6.3. Процесс обеспечения гарантий качества программных средств
2. Процессы организационного обеспечения проекта	Процесс менеджмента рисков	4.4. Процесс реализации	5.4. Процесс детального проектирования программных средств	6.4. Процесс верификации программных средств
Процесс менеджмента модели жизненного цикла	Процесс менеджмента конфигурации	4.5. Процесс комплексирования системы	5.5. Процесс конструирования программных средств	6.5. Процесс валидации программных средств
Процесс менеджмента инфраструктуры	Процесс менеджмента информации	4.6. Процесс квалификационного тестирования системы	5.6. Процесс комплексирования программных средств	6.6. Процесс ревизии программных средств
Процесс менеджмента портфеля проектов	Процесс измерений	4.7. Процесс инсталляции программных средств	5.7. Процесс квалификационного тестирования программных средств	6.7. Процесс аудита программных средств
Процесс менеджмента людских ресурсов		4.8. Процесс поддержки приемки программных средств		6.8. Процесс решения проблем в программных средствах
Процесс менеджмента качества		4.9. Процесс функционирования программных средств	7. Процессы повторного применения программных средств	
		4.10. Процесс сопровождения программных средств	7.1. Процесс менеджмента программной документации	6.3. Процесс обеспечения гарантий качества программных средств
		4.11. Процесс прекращения применения программных средств	7.2. Процесс менеджмента конфигурации	

[23]. Стандартом детально определяется множество процессов ЖЦ систем. Стадии представляют собой главные периоды ЖЦ, связанные с системой, и касаются состояния в описании системы или непосредственно состояния самой системы.

Организации используют стадии различным образом так, чтобы удовлетворить стратегиям разнообразного бизнеса и снизить риски. Использование стадий одновременно и в различных последовательностях может привести к формам ЖЦ с отчетливо различными характеристиками. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207–2010 [24] группирует процессы, которые могут быть выполнены в течение ЖЦ программной системы, в семь групп. Для анализа, введем более общую, в сравнении со стандартной, нумерацию процессов ЖЦ: 1 — процессы соглашения, 2 — процессы организационного обеспечения проекта, 3 — процессы проекта, 4 — технические процессы, 5 — процессы реализации программных средств,

6 — процессы поддержки программных средств, 7 — процессы повторного применения программных средств. Четыре из них, с 1 по 4, являются группами процесса в контексте системы, а три, с 5 по 7, — группами специальных процессов программных средств (табл. 1).

Рассмотрим решения, которые могут являться основой для технологической платформы экосистемы [25–30]. Основным критерием выбора решения (системы решений) для обеспечения экосистемы, примем необходимость покрытия большей части процессов ЖЦ (табл. 1) [31]. Важным критерием при разработке уникальных решений, является обеспечение комплекса мер по информационной безопасности (группа процессов ЖЦ — 8). Так как ожидаются сложные цифровые решения (по количеству информационных объектов и управлению ими), выделим критерии обеспечения поддержки релевантных языков проектирования сложных

Обзор решений ведущих мировых вендоров, позволяющих реализовать экосистему на основе принципа максимального охвата процессов жизненного цикла систем

Группы процессов*	Наименование					
	IBM	Sparx	Oracle	Microsoft	SAP	
1	2	3	4	5	6	
1	IBM Watson Campaign Automation [35]	–	Oracle Marketing Cloud [36]	Microsoft Dynamics CRM [37]	SAP CRM [38]	
2	Rational Portfolio Manager [39]	–	Agile Product Portfolio Management [40]	Microsoft Project Portfolio Management [41]	SAP Portfolio and Project Management [42]	
3	IBM DevOps [43]	Enterprise Architect [34]	Oracle Developer Cloud Service [44]	Visual Studio Team Services [45]	SAP Cloud Platform DevOps Services [46]	
4	4.1–4.2	Rational DOORS [47]	Enterprise Architect [34]	–	–	iGrafX SAP [48]
	4.3	Rational Rhapsody [49]		JDeveloper [50]	Visual Studio [51]	
	4.4–4.5	IBM Cloud [52]		Oracle Developer Cloud Service [44]	Visual Studio Team Services [45], Visual Studio [51]	SAP Cloud Platform with multi-cloud architecture and Cloud Foundry [53]
	4.6	Rational Quality Manager [54]		–	–	iGrafX SAP [48]
	4.7–4.11	IBM Cloud [52], IBM DevOps [43]		Oracle Developer Cloud Service [44]	Visual Studio Team Services [46]	SAP Cloud Platform with multi-cloud architecture and Cloud Foundry [53], SAP Cloud Platform DevOps Services [46]
5	5.1	IBM DevOps [43], IBM Cloud [52], IBM Cloud Container Service [55], Data Services [56]	–	–	–	SAP Cloud Platform DevOps Services [46]
	5.2-5.3	Rational Software Architect Designer [57]	Enterprise Architect [34]	JDeveloper [50], Oracle Developer Cloud Service [44], Oracle Container Cloud Service [58], Oracle Cloud Database [59]	Visual Studio [51], Visual Studio Team Services [45], Azure Container Service [60], Azure data factory [61]	–
	5.4-5.6	IBM DevOps [43], IBM Cloud [52], IBM Cloud Container Service [55], Data Services [56], Rational Quality Manager [54]				SAP Cloud Platform with multi-cloud architecture and Cloud Foundry [53], SAP Cloud Platform DevOps Services [46]
6	6.1-6.8	IBM DevOps [43], Rational Quality Manager [54]	–	JDeveloper [50], Oracle Developer Cloud Service [44], Oracle Container Cloud Service [58], Oracle Cloud Database [59]	Visual Studio [51], Visual Studio Team Services [45], Azure Container Service [60], Azure data factory [61]	SAP Cloud Platform with multi-cloud architecture and Cloud Foundry [53], SAP Cloud Platform DevOps Services [46], SAP Cloud Platform Data & Storage [62]
7	7.1-7.3	IBM DevOps [43]	–	Oracle Developer Cloud Service [44]	Visual Studio Team Services [45]	SAP Cloud Platform DevOps Services [46]

1	2	3	4	5	6
8	IBM Cloud [52]: — конфиденциальные данные можно хранить локально в гибридном облаке; — можно создать изолированный контур в одном из дата-центров IBM (защищенный доступ посредством канала VPN); — коды приложений закрыты благодаря размещению в контейнерах.	Enterprise Architect [34]: — вход в систему по паролю к модели; — доступ к элементам и функциям модели согласно ограничениям для каждой группы пользователей.	Сервисы Oracle Cloud [63] обеспечивают безопасность облачной инфраструктуры, а клиент — за безопасность нагрузок, а также сервисов платформ.	Azure Active Directory [64]: — правление и контроль удостоверениями и доступом пользователей к средам, данным и приложениям, многофакторная проверка подлинности для более безопасного входа в систему; — шифрование данных и рабочих процессов; — передача данных по отраслевым протоколам транспортировки.	—

Таблица 3

Обзор систем моделирования

Производитель	Sparx Systems	IBM		Commissariat à l'Énergie Atomique, Atos Origin	Modeliosoft
Программный продукт	Enterprise Architect [34]	Rational Rose [65]	Rational Software Architect Designer [57]	Papyrus [66]	Modelio [67]
Язык моделирования	UML 2	+	+	+	+
	SysML	+	+	+	+
	BPML	+	+	+	+
	ArchiMate	+	—	+	+
Кодогенерация	Поддерживает кодогенерацию и обратное преобразование кода в модель UML				
Унификация	Поддерживает управление жизненным циклом и интеграция работы группы			Поддерживает интеграцию работы группы	
Интероперабельность	Интегрируется с другими инструментами разработки Sparx Systems и поддерживает XMI	Интегрируется с другими инструментами разработки IBM и поддерживает XMI		Поддержка XMI	
Вариабельность	Позволяет гибко изменять и масштабировать систему под конкретные задачи и в последующем обеспечить ее развитие			Наличие сторонних плагинов и расширений, позволяющих расширить функционал среды разработки	
Проприетарность	+			—	

программных систем: UML 2, SysML, BPML, ArchiMate, а также интеграции в среды с языками программирования, выбранными в соответствии с задачами. Технологическая платформа экосистемы должна обладать следующими свойствами-критериями: унификация, интероперабельность [32], вариабельность [33], наличие функций кодогенерации и тестирования кода. Отдельным критерием при выборе платформы является проприетарность.

Подробный анализ предлагаемых решений (табл. 2) показал, что решения фирмы IBM охваты-

вают все процессы ЖЦ. Отдельные группы и подгруппы процессов ЖЦ представлены различными решениями. Решение фирмы Sparx представлено программным продуктом Enterprise Architect [34], которое охватывает только три группы процессов ЖЦ: процессы проекта, технические процессы и процессы реализации программных средств. Несмотря на то что ПО охватывает не все этапы ЖЦ, глубокая проработка представленных трех групп позволяет рассматривать данное ПО в качестве возможной основы для технологической платформы экосистемы.

На следующем этапе анализа было проведено сравнение сред для моделирования, выбранных на первом этапе анализа (IBM и Sparx), которые являются коммерческими, со свободно распространяемым ПО, которое также может быть использовано в качестве основы для разработки платформы экосистемы. Сравнение проводилось по специфическим процессам программных средств (табл. 3). Представленные среды для моделирования охватывают все требуемые показатели, однако коммерческие среды (IBM и Sparx) позволяют поддерживать управление ЖЦ, что является важным при выборе среды.

Вывод. Анализ представленных решений подтвердил, что рассмотренные программные решения пяти крупных компаний-вендоров отвечают концепции и обеспечивают экосистему формирования базы инженерных практик в области цифровых решений I4.0.

Ситуация в области программных средств проектирования сложных программных систем на рынке российских разработок не поменялась в лучшую сторону.

Существует тот же ряд нерешенных проблем значительного отставания в обеспеченности экосистемы разработки сложных интегральных решений промышленной автоматизации. Решения, охватывающие большинство процессов ЖЦ систем и его модели, являются зарубежными и проприетарными.

Возникают риски с приобретением прав на использование программного продукта, и риски, связанные с размещением уникальных инженерных цифровых решений в области промышленной автоматизации. Свободно распространяемое ПО не охватывает весь перечень процессов ЖЦ, не имеет возможностей трассировки и реверсного проектирования, нуждается в «дописывании» сред управления сложными ИТ-проектами и территориально-удаленными командами. В случае сложных проектов перечисленные недостатки являются существенными.

Библиографический список

1. Поручения Минкомсвязи во исполнение поручений Президента России по реализации Послания Президента Федеральному собранию от 1 декабря 2016 года // Официальный сайт Правительства РФ. URL: http://government.ru/dep_news/25614/ (дата обращения: 08.02.2018).
2. Послание Президента РФ Федеральному собранию 1 декабря 2016 года // Официальный сайт Президента РФ. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/53379> (дата обращения: 08.02.2018).
3. Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» // Официальный сайт Президента РФ. URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/41449> (дата обращения: 08.02.2018).
4. Позин Б. А. Методы системного проектирования, управления конфигурацией и тестирования программных средств при реализации CASE-технологий: дис. ... д-ра техн. наук. М., 1994. 56 с.
5. Елисеев Д. Н., Цырков А. В. Создание системы управления инженерными данными // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2007. № 2. С. 15–24.
6. Абакумов Е. М., Кожевников Н. О., Ульянин О. В. [и др.]. Методология создания интегрированной информационной системы управления инженерными данными в условиях совместного использования конструкторской документации в бумажной и электронной формах // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2015. № 3 (159). С. 47–55.
7. Беляев В. Л., Дорофеев М. В. Современный взгляд на проблему создания и ведения Государственного фонда материалов и данных инженерных изысканий // Великие реки'2016: тр. науч. конгресса 18-го Междунар. науч.-пром. форума, 17–20 мая 2016 г. / ННГАСУ. Н. Новгород, 2016. С. 409–413.
8. Коблов Н. Н. Построение единого информационного пространства инженерных данных // Вестник науки Сибири. 2013. № 1 (7). С. 62–68.
9. SE. Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge, version V_1.6_SEBoK_March_2016 (SEBoK). URL: [http://sebokwiki.org/wiki/Guide_to_the_Systems_Engineering_Body_of_Knowledge_\(SEBoK\)](http://sebokwiki.org/wiki/Guide_to_the_Systems_Engineering_Body_of_Knowledge_(SEBoK)) (дата обращения: 08.02.2018).
10. ISO. Preview ISO/IEC/IEEE 24765:2010. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec-ieee:24765:ed-1:v1:en> (дата обращения: 08.02.2018).
11. SE. Glossary. URL: [http://sebokwiki.org/wiki/Systems_Engineering_\(glossary\)](http://sebokwiki.org/wiki/Systems_Engineering_(glossary)) (дата обращения: 08.02.2018).
12. INCOSE. Systems Engineering Handbook, version 2a. INCOSE, 2004. URL: <https://www.incose.org/ProductsPublications/PapersProceedings/sehandbook> (дата обращения: 08.02.2018).
13. ГОСТ Р 57195–2016. Ядро и язык для методов системной и программной инженерии. Общие положения. Введ. 2017–05–01. М.: Стандартинформ, 2016. 26 с.
14. Международная ассоциация предприятий промышленной автоматизации – MESA International. Пояснительная записка. URL: http://www.automationworld.com/images/sponsored_content/wp_mesa_cme.pdf (дата обращения: 08.02.2018).
15. Top Collaboration Software Products. URL: <https://www.capterra.com/collaboration-software/> (дата обращения: 08.02.2018).
16. IBM. Платформа JAZZ. IBM Rational Team Concert. URL: <https://jazz.net/agile/> (дата обращения: 08.02.2018).
17. Microsoft. Платформа Team Services. URL: <https://www.visualstudio.com/ru/team-services/agile-tools/> (дата обращения: 08.02.2018).
18. Международная ассоциация предприятий промышленной автоматизации – MESA International. URL: <http://www.mesa.org/en/index.asp> (дата обращения: 08.02.2018).
19. Industry 4.0. Платформа Industry 4.0. URL: <http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Home/home.html> (дата обращения: 08.02.2018).
20. Industrial Internet Consortium. URL: <http://www.iiconsortium.org> (дата обращения: 08.02.2018).
21. Гаврилов А. В. Анализ функциональных возможностей бесплатных CASE-средств проектирования баз данных // Открытое образование. 2016. Т. 20, № 4. С. 39–43.
22. Лапина Л. А., Ступина А. А., Кирякова О. В. [и др.]. О подходах к выбору инструментария моделирования бизнес-процессов // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2-2. С. 57–65.
23. ГОСТ Р 57193–2016 Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла систем. Введ. 2017–11–01. М.: Стандартинформ, 2016. 95 с.
24. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207–2010 Процессы жизненного цикла программных средств. Введ. 2012–03–01. М.: Стандартинформ, 2011. 105 с.
25. Гхош К. П., Бутенко Л. Н. Сравнительный анализ CASE средств // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2009. Т. 7, № 12 (60). С. 35–39.
26. Бабич А. В. Обзор CASE-средств для построения диаграмм UML // Теория и методика обучения математике, физике, информатике. 2005. Т. 5, № 3 (15). С. 8–11.
27. Шестопал Е. А., Панченко В. М. Выбор эффективно-го инструмента проектирования программного обеспечения

CASE-средств // Перспективы развития информационных технологий. 2016. № 28. С. 21 – 30.

28. Воевода А. А., Прытков Д. В., Прыткова О. В. О возможностях некоторых популярных CASE-средств // Сборник научных трудов Новосибирского государственного технического университета. 2010. № 1 (59). С. 143 – 148.

29. Сунетов Т. Р., Шестаков Д. А., Свистунов И. В. Сравнение современных CASE-средств // Интерактивная наука. 2017. № 1 (11). С. 142 – 144.

30. Федорова О. В. Применение CASE-технологий Rational Rose и ARIS в моделировании бизнес-процессов // Вестник ТИСБИ. 2013. № 2 (54). С. 166 – 172.

31. Мещерякова А. А., Белоконев В. В. Оценка и выбор CASE-средств // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2017. Т. 5, № 4 (30). С. 167 – 171.

32. ГОСТ Р 55062–2012 Информационные технологии. Системы промышленной автоматизации и их интеграция. Интероперабельность. Основные положения. Введ. 2013–09–01. М.: Стандартинформ, 2014. 12 с.

33. Теория вариабельности URL: <https://www.deming.pro/reality-theory-variability.html> (дата обращения: 16.12.2017).

34. Enterprise Architect. URL: <http://sparxsystems.com/products/ea/> (дата обращения: 08.02.2018).

35. IBM Watson Campaign Automation. URL: <https://www.ibm.com/us-en/marketplace/digital-marketing-and-lead-management#product-header-top> (дата обращения: 08.02.2018).

36. Oracle Marketing Cloud. URL: <https://www.oracle.com/marketingcloud/index.html> (дата обращения: 08.02.2018).

37. Microsoft Dynamics CRM. URL: <https://dynamics.microsoft.com/ru-ru/> (дата обращения: 11.02.2018).

38. SAP Customer Relationship Management. URL: <https://www.sap.com/cis/products/customer-relationship-management.html#sap> (дата обращения: 17.02.2018).

39. Rational Portfolio Manager. URL: <http://www-03.ibm.com/software/products/ru/portfolio> (дата обращения: 08.02.2018).

40. Agile Product Portfolio Management. URL: <https://www.oracle.com/applications/agile-product-lifecycle-management/product-portfolio-management/index.html> (дата обращения: 15.02.2018).

41. Microsoft Project Portfolio Management. URL: <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=41549> (дата обращения: 08.02.2018).

42. SAP Portfolio and Project Management. URL: <https://www.sap.com/cis/products/project-portfolio-management.html> (дата обращения: 08.02.2018).

43. IBM DevOps. URL: <https://www.ibm.com/cloud/devops> (дата обращения: 08.02.2018).

44. Oracle Cloud Developer. URL: https://cloud.oracle.com/developer_service (дата обращения: 11.02.2018).

45. Visual Studio Team Services. URL: <https://azure.microsoft.com/ru-ru/services/visual-studio-team-services/> (дата обращения: 13.02.2018).

46. SAP Cloud Platform DevOps Services. URL: <https://cloudplatform.sap.com/dmp/capabilities/us> (дата обращения: 09.02.2018).

47. Rational DOORS. URL: <https://www.ibm.com/ru-ru/marketplace/requirements-management> (дата обращения: 08.02.2018).

48. Modeling for SAP. URL: <https://www.igrafx.com/products/sap-modeling> (дата обращения: 08.02.2018).

49. Rational Rhapsody family. URL: <http://www-03.ibm.com/software/products/ru/ratirhapfam> (дата обращения: 06.02.2018).

50. Oracle JDeveloper. URL: <http://www.oracle.com/technetwork/developer-tools/jdev/overview/index.html> (дата обращения: 02.02.2018).

51. Visual Studio. URL: <https://www.visualstudio.com/ru/> (дата обращения: 28.02.2018).

52. IBM Cloud. URL: <https://www.ibm.com/cloud/> (дата обращения: 18.02.2018).

53. SAP Cloud Platform Multi-Cloud and Cloud Foundry. URL: <https://cloudplatform.sap.com/cloudfoundry.html> (дата обращения: 12.02.2018).

54. Rational Quality Manager. URL: <http://www-03.ibm.com/software/products/ru/ratiqualm> (дата обращения: 20.02.2018).

55. IBM Cloud Container Service. URL: <https://www.ibm.com/cloud/container-service> (дата обращения: 11.02.2018).

56. Data services. URL: <https://www.ibm.com/cloud/data-management> (дата обращения: 06.02.2018).

57. Rational Software Architect Designer. URL: <http://www-03.ibm.com/software/products/ru/ratsadesigner> (дата обращения: 08.02.2018).

58. Oracle Container Cloud Service Classic. URL: <https://cloud.oracle.com/container-classic> (дата обращения: 07.02.2018).

59. Oracle Cloud Database. URL: <https://cloud.oracle.com/database> (дата обращения: 04.02.2018).

60. Служба контейнеров Azure (AKS). URL: <https://azure.microsoft.com/ru-ru/services/container-service/> (дата обращения: 12.02.2018).

61. Data Factory. URL: <https://azure.microsoft.com/en-us/services/data-factory/> (дата обращения: 08.02.2018).

62. SAP Cloud Platform Data & Storage. URL: <https://cloudplatform.sap.com/dmp/capabilities/us> (дата обращения: 18.02.2018).

63. Oracle Cloud. URL: https://cloud.oracle.com/en_US/why-cloud (дата обращения: 08.02.2018).

64. Azure Active Directory. URL: <https://azure.microsoft.com/ru-ru/services/active-directory/> (дата обращения: 08.02.2018).

65. IBM. Rational Rose Enterprise. URL: <http://www-03.ibm.com/software/products/ru/enterprise> (дата обращения: 04.02.2018).

66. Децентрализованная рекламная экосистема. URL: <https://papyrus.global/ru/> (дата обращения: 06.02.2018).

67. Modelio. The open source modeling environment. URL: <https://www.modelio.org/> (дата обращения: 18.02.2018).

АНДИЕВА Елена Юрьевна, кандидат технических наук, доцент (Россия), доцент кафедры «Прикладная математика и фундаментальная информатика». SPIN-код: 3886-7233

AuthorID (РИНЦ): 504639

ORCID: 0000-0003-4782-7550

AuthorID (SCOPUS): 57195563587

ResearcherID: H-3475-2018

Адрес для переписки: 55_elena@mail.ru

ГУРЬЕВА Елена Михайловна, аспирантка кафедры «Химическая технология и биотехнология».

Адрес для переписки: gureva94@yandex.ru

МИХАЙЛОВ Виктор Александрович, инженер Научно-образовательного ресурсного центра «Цифровые эффективные решения» при ОмГТУ.

Адрес для переписки: MikhVA21@gmail.com

Для цитирования

Андиева Е. Ю., Гурьева Е. М., Михайлов В. А. Анализ проблем обеспеченности экосистемы разработки решений промышленной автоматизации // Омский научный вестник. 2018. № 3 (159). С. 126 – 132. DOI: 10.25206/1813-8225-2018-159-126-132

Статья поступила в редакцию 15.03.2018 г.

© Е. Ю. Андиева, Е. М. Гурьева, В. А. Михайлов