

МЕТОД ПРЕДМЕТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ КЛАССИФИКАЦИИ И СИСТЕМНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛАБОФОРМАЛИЗОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

Г.Г. Куликов, В.В. Антонов, Д.В. Антонов, Ф.Ф. Шингарев

Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа

Рассматривается вариант решения проблемы интеграции информационных систем, связанных слабоструктурированными предметно-ориентированными информационными потоками в производстве с применением методов теории множеств и теории категорий. Приводится классификация возможных типов интеграционных процессов информационных систем. Рассмотрена роль интеграции информационных систем в повышении эффективности производства. Вопросы интеграции данных рассматриваются с учетом их безопасности. Интеграция ИС позволяет упростить механизм защиты данных, так как организовать защиту единого механизма проще, чем организовать защиту распределенных элементов бизнес-процесса. Выявлены основные типы проблем, встречающихся при интеграции систем, приведены способы их разрешения.

Ключевые слова: интеграция информационных систем, PLM-системы, системы автоматизированного проектирования, теория категорий, теория множеств, документационное обеспечение, гетерогенность, бизнес-процесс, веб-сервис, бизнес-логика, пользовательский интерфейс, сервисная шина, брокер, метаданные, интеграция данных, интеграция сервисов.

Введение

Опыт внедрения информационных систем (ИС) на производственных предприятиях показывает, что в случае динамичного развития производства, актуальным становится вопрос интеграции информационных систем путём формализации их информационных связей.

Можно привести следующую классификацию возможных типов интеграционных взаимодействий между системами:

- интеграция посредством семантических определений и формальной структуризации используемых данных;
- интеграция посредством семантических определений и формальной структуризации пользовательских интерфейсов;
- интеграция посредством создания универсальной надстройки на основе формального, примитивного (предметно-ориентированного) графоаналитического метаязыка.

Рассмотрим каждый вариант возможного интеграционного взаимодействия подробнее.

Интеграция посредством стандартизации и унификации используемых данных подразумевает то, что в определенном классе информационных систем создается объединённый (совмещённый) язык и соответственно формальная грамматика, как инструментарий для создания новых данных и адаптации уже существующих.

При интеграции посредством пользовательских интерфейсов, сегодня, как правило, используется трудоемкий, рутинный процесс переноса данных посредством копирования или повторного набора данных из одной системы в другую. Как показывает практика, логическое решение о переносе данных принимается субъективно.

Интеграция посредством создания универсальной надстройки или интеграция на уровне моделей данных подразумевает организацию взаимодействия между информационными системами посредством создания интеллектуальных системы интеграции знаний.

Научные проблемы, непосредственно связанные с интеграцией информационных систем, могут быть поделены на три основных блока:

- 1) блок проблем, связанных с разнородностью интегрируемых данных (то есть, интегрируемые данные имеют не только не сопоставимый формат, но и не однородную структуру при общих семантических определениях);

2) блок проблем, связанных со сложностью создания универсальной корпоративной информационной системы (далее – КИС), что влечет за собой заведомо усложненное внедрение – в тот промежуток времени, когда внедряется КИС, текущая работа осуществляется в предыдущем формате, что в свою очередь вновь требует дальнейшей интеграции;

3) блок проблем, связанных с разнородностью и несовместимостью словарей (справочников) или иных структурированных хранилищ данных для общих семантических определений, что влечет за собой сложности при создании интеллектуальных конвертеров на данном уровне.

Свойством, характерным для всех вышеперечисленных блоков проблем, является отсутствие формального подхода к их решению.

Актуальность рассматриваемой задачи заключается в том, что на сегодняшний день существует огромное количество классов информационных систем с большим набором различных подсистем внутри каждого класса. Де факто это является предпосылкой того, что процесс обмена данными как внутри, так и между предприятиями одного направления усложнен.

Актуальность проблем интеграции данных подкрепляется постоянно развивающимися возможностями информационных систем и глобального рынка информационных технологий в целом. Стратегическое развитие и планирование крупных предприятий невозможно без организации единой информационной среды для работы.

Например, одним из частных случаев процессов интеграции может являться следующий механизм: извлечение – преобразование – загрузка (интеграция). Данный механизм получил название «ETL-процесс» (от англ. «Extract, Transform, Load» – дословно «извлечение, преобразование, загрузка» – один из основных процессов в управлении хранилищами данных).

Интеграция информационных систем

На сегодняшний день в области конструкторско-технологической подготовки производства существует ряд проблем, связанных с использованием множества информационных систем различного класса и назначения. В качестве некоторых из этих проблем можно отметить:

- ускорение и дальнейшее усложнение процессов;
- территориальную раздробленность;
- необходимость непрерывного процесса производства;
- защищенность хранимых данных.

Решением данных проблем может служить интеграция информационных систем.

Интеграция информационных систем представляет собой процесс объединения и совместной работы информационных систем и программных приложений в каком-либо определенном направлении, то есть интеграция не должна исключать обособленную работу информационных систем [10].

Процесс интеграции систем включает в себя интеграцию данных, что в свою очередь объединение данных, находящихся в различных источниках, и предоставление данных пользователям в унифицированном виде.

Системы интеграции данных могут обеспечивать интеграцию данных на следующих уровнях:

- физическом;
- логическом;
- семантическом.

Таким образом, уместно говорить о разбиении интеграционного проекта на несколько отдельных частей путем использования существующих уникальных в своем классе систем и их связывания в определенной форме.

В результате, интеграция сводится к процессу совместной работы информационных систем и программных приложений. На начальном этапе интеграции систем необходимо формулирование бизнес-требований и правил интеграции.

Вопросы интеграции данных нельзя рассматривать без учета их безопасности.

Безопасность данных – одна из самых приоритетных задач организации. Интеграция ИС позволяет упростить механизм защиты данных, так как организовать защиту единого механизма проще, чем организовать защиту распределенных элементов бизнес-процесса.

С точки зрения производства интеграция систем производится без оптимизации его управления.

Процесс подготовки производством можно представить как набор взаимосвязанных подпроцессов:

- конструкторская подготовка производства;
- технологическая подготовка производства;
- управление инженерными данными и жизненным циклом изделия;
- управление бизнес-процессами;
- планирование производства;
- ресурсное обеспечение производства;
- диспетчеризация производства.

Рассмотрим типовые классы информационных систем для основных подпроцессов из перечисленных выше, а именно:

1) Конструкторская подготовка производства – класс САД-систем – это класс систем автоматизированного проектирования. ИС используются для двухмерного проектирования или трехмерного моделирования.

2) Технологическая подготовка производства – класс систем автоматизированного проектирования технологических процессов (САРР-системы). ИС используются для проектирования технологических процессов, расчета материальных и трудовых затрат на производство, автоматического формирования технологической документации и для расчета иных технологических параметров.

3) Управление инженерными данными и жизненным циклом изделия – класс PDM-систем (англ. «product data management» – система управления данными об изделии) – это класс организационно-технических систем, обеспечивающий управление всей информацией об изделии. ИС используются для управления информацией о вариантах конфигураций изделий, для управления процессом разработки изделия и для хранения технической документации на изделия.

4) Управление бизнес-процессами – классическая Workflow-система, отвечающая за параллельную работу исполнителей, то есть инструмент для автоматизации бизнес-процессов создания, согласования, утверждения и списания документов.

В целом, интеграция в первую очередь должна происходить внутри каждого класса. То есть внутри каждого класса выделяем объекты, которые являются экземплярами систем. Можем использовать классификацию бизнес процессов по взаимодействию при интеграции [3] рассматривая подлежащие интеграции информационные системы как независимые бизнес-процессы. Причем для каждого класса существует свое правило интеграции. Это может быть простое объединение или интеграция на основе приведения к совместимости словарей.

Таким образом, для каждой пары объектов класса, например S_1 и S_2 существует множество морфизмов $Hom(S_1, S_2)$, для каждой пары которых (морфизмов), например $g_S \in Hom(S_1, S_2)$ и $f_S \in Hom(S_2, S_3)$ определена их композиция $g_S \circ f_S \in Hom(S_1, S_3)$. То есть, системы внутри каждого класса образуют категорию множеств.

Учитывая, что внутри каждой категории существует гомоморфные отображения объектов (в нашем случае информационные системы) интеграция может быть рассмотрена в виде взаимодействия между моделями, как отображения между категориями.

Рассмотрим три информационные системы W_1, W_2, W_3 , относящиеся к разным классам.

Структурные и параметрические состояния каждой ИС W образуют, класс объектов, для каждой пары объектов которого w^1 , w^2 и w^2 , w^3 задано множество морфизмов. Для каждой пары этих морфизмов f_w и g_w определена их композиция (рассмотрено выше).

$$f_{w_1} \in Hom(w_1^1, w_1^2), \quad g_{w_1} \in Hom(w_1^2, w_1^3),$$

$$f_{w_2} \in Hom(w_2^1, w_2^2), \quad g_{w_2} \in Hom(w_2^2, w_2^3),$$

$$f_{w_3} \in Hom(w_3^1, w_3^2), \quad g_{w_3} \in Hom(w_3^2, w_3^3),$$

$$f_{w_1} \circ g_{w_1} \in Hom(w_1^1, w_1^3),$$

$$f_{w_2} \circ g_{w_2} \in Hom(w_2^1, w_2^3),$$

$$f_{w_3} \circ g_{w_3} \in Hom(w_3^1, w_3^3),$$

где $w_1^1, w_1^2, w_1^3 \in W_1$, $w_2^1, w_2^2, w_2^3 \in W_2$, $w_3^1, w_3^2, w_3^3 \in W_3$.

Структурные и параметрические состояния ИС W_1, W_2, W_3 образуют категории множеств. Отображения данных категорий сохраняют структуру (функторы), которые ставят в соответствие каждому объекту одной ИС объект другой ИС и каждому морфизму, определенному в одной ИС, морфизм в другой ИС.

$$F_{w_2} : W_2 \rightarrow W_1 \quad f_{w_2} : w_2^1 \rightarrow w_2^2 \quad g_{w_2} : w_2^2 \rightarrow w_2^3$$

$$F_{w_2}(f_{w_2}) : F_{w_2}(w_2^1) \rightarrow F_{w_2}(w_2^2)$$

$$F_{w_2}(g_{w_2}) : F_{w_2}(w_2^2) \rightarrow F_{w_2}(w_2^3) \quad F_{w_3} : W_3 \rightarrow W_1 \quad f_{w_3} : w_3^1 \rightarrow w_3^2 \quad g_{w_3} : w_3^2 \rightarrow w_3^3$$

$$F_{w_2}(f_{w_2}) \circ F_{w_2}(g_{w_2}) = F_{w_2}(f_{w_2} \circ g_{w_2})$$

$$F_{w_3}(f_{w_3}) : F_{w_3}(w_3^1) \rightarrow F_{w_3}(w_3^2)$$

$$F_{w_3}(g_{w_3}) : F_{w_3}(w_3^2) \rightarrow F_{w_3}(w_3^3) \quad G_{w_2} : W_2 \rightarrow W_3 \quad f_{w_2} : w_2^1 \rightarrow w_2^2 \quad g_{w_2} : w_2^2 \rightarrow w_2^3$$

$$F_{w_3}(f_{w_3}) \circ F_{w_3}(g_{w_3}) = F_{w_3}(f_{w_3} \circ g_{w_3})$$

$$G_{w_2}(f_{w_2}) : G_{w_2}(w_2^1) \rightarrow G_{w_2}(w_2^2)$$

$$G_{w_2}(g_{w_2}) : G_{w_2}(w_2^2) \rightarrow G_{w_2}(w_2^3)$$

$$G_{w_2}(f_{w_2}) \circ G_{w_2}(g_{w_2}) = G_{w_2}(f_{w_2} \circ g_{w_2})$$

В результате можно сделать вывод, что присутствует отображение категорий множеств, сохраняющее структуру этих категорий множеств и описываемое функторами, которые ставят в соответствие объекту одной категории объект другой категории. Отображение взаимодействия между данными, организующими модели в нотации BPMN, может быть представлено диаграммой, представленной на рис. 1. Пример схем представлен в блоках W1, W2 и W3.

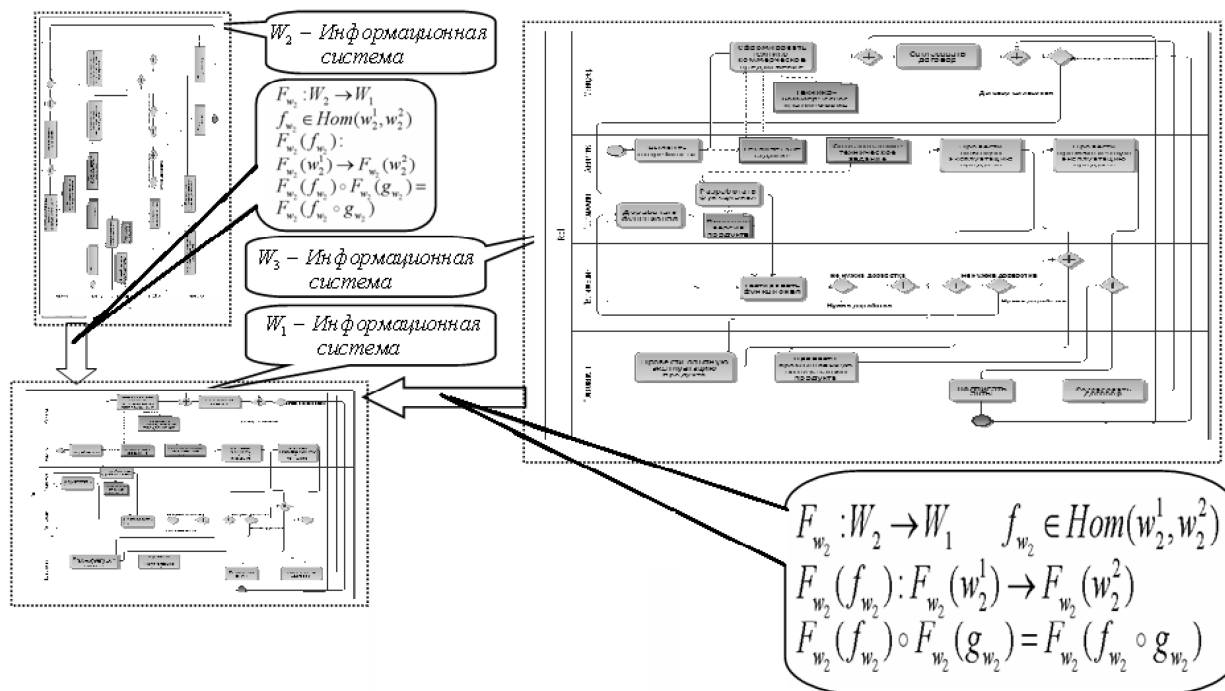


Рис. 1. Отображение взаимодействия между файлами

Непосредственно процесс взаимодействия нескольких ИС можно изобразить в виде схем, изображенных на рис. 2–3.

Для формализации процессов взаимодействия систем классов CAD, PLM, MRP и Work Flow можно применить аппарат теории множеств.

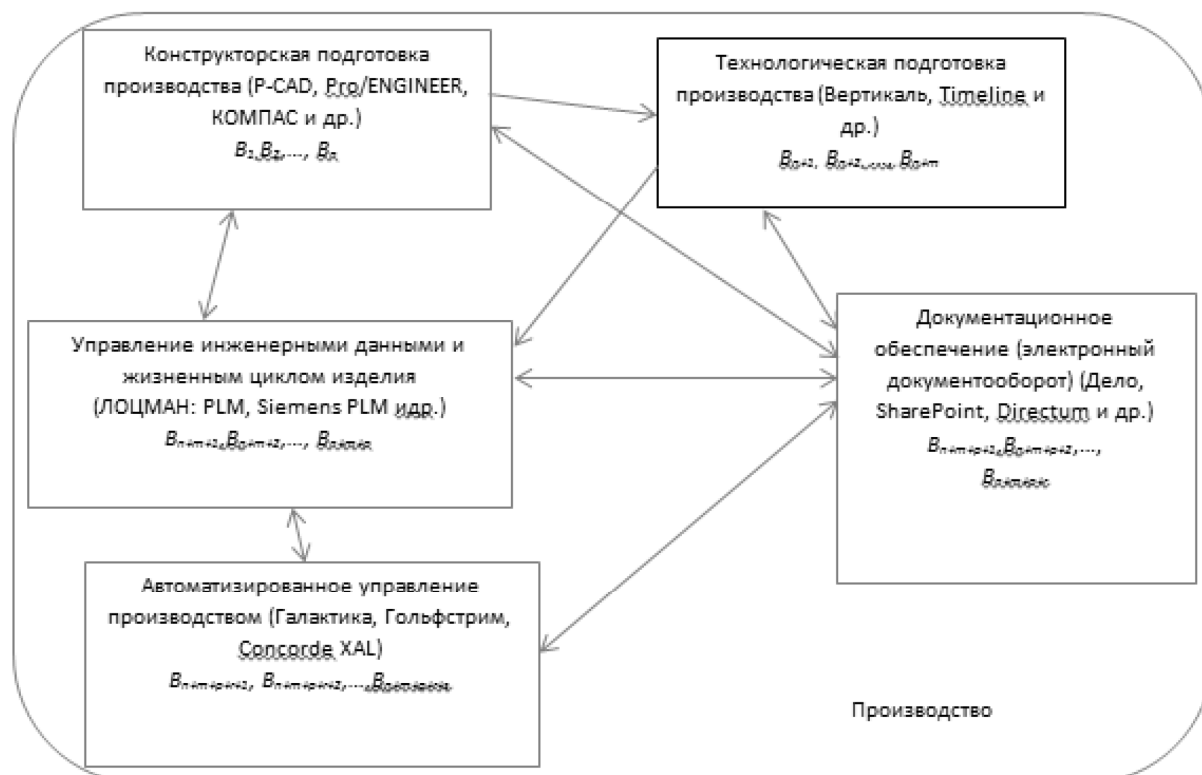


Рис. 2. Процесс взаимодействия нескольких ИС в рамках производства

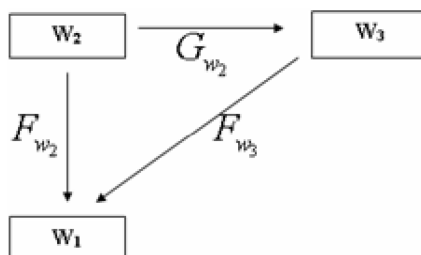


Рис. 3. Процесс взаимодействия нескольких классов систем подготовительной части производства

Допустим, что на определенной стадии развития ИС в организации возникает потребность взаимодействия обозначенных ранее классов информационных систем.

Разработчики каждой из ИС дорабатывают функционал и интерфейс ИС таким образом, чтобы была возможна связь с другими системами. Следующим этапом является то, что разработчики должны выявить множество описаний функций интеграции. В свою очередь для закрытых систем необходима доработка функционала для возможности связи с другими системами.

Каждая из открытых систем предусматривает возможность структурного расширения системы, добавления сервисных модулей, которые можно использовать для процесса интеграции или самих систем.

При этом процесс интеграции должен рассматриваться отдельно для каждой пары систем, причем сам процесс интеграции становится объектом учета и может быть рассмотрен как система, подлежащая дальнейшей интеграции. Таким образом, может быть построена иерархическая модель общего интеграционного процесса, частым случаем которой будет Единая ИС, на общей универсальной платформе.

После выявления множества пересекающихся описаний функций, возникает потребность создания универсальной платформы, основной задачей которой является решение интеграционных задач. В роли универсальной площадки будет выступать некое связующее программное

обеспечение или открытая система (далее – связующая программа). Рассмотрим основные требования, предъявляемые к связующей программе:

- обширный класс стандартов для входящей и выходящей информации;
- непрерывное развитие;
- гибкость и адаптивность при взаимодействии с другими ИС и иной информацией.

Существует множество факторов, подтверждающих необходимость интеграции информационных систем:

- ускорение и дальнейшее усложнение процессов;
- территориальная раздробленность;
- необходимость непрерывного процесса производства;
- защищенность хранимых данных.

Связующая программа с точки зрения открытости системы позволит без привязки к конкретному разработчику интегрироваться со сторонними ИС.

Потребность в создании единых стандартов связующих программ появилась еще в 80-е годы XX века. В связи с этим был создан консорциум Object Management Group (OMG), членами которого на сегодняшний день являются около 1000 компаний IT-индустрии, среди которых такие гиганты, как Philips Telecommunications, Microsoft, Hewlett-Packard, IBM и другие [12].

Множество правил взаимодействия систем на производстве можно определить в виде множества

$$M = \{ \langle c_1, \psi_1 \rangle, \langle c_2, \psi_2 \rangle, \dots, \langle c_n, \psi_n \rangle \},$$

где c_i – класс систем, ψ_i – множество связей между текущим классом систем и другими классами [2]. В свою очередь множество ψ_i можно представить формулой

$$\psi_i = \{ \langle B_1, \phi_1, Z_1 \rangle, \dots, \langle B_m, \phi_m, Z_m \rangle \},$$

где B_j – типовой экземпляр j -й системы, ϕ_j – правила взаимодействия j -й системы с системами внутри класса, Z_j – ключевые характеристики данных j -й системы для внешней интеграции.

При этом интеграция систем возможна только в рамках попарной выборки каждой из них.

В качестве примера реализации одной из интегрируемых систем приведена ее типовая конфигурация (рис. 4).

Применение теории множеств в эпоху развития информационных технологий обусловлено актуальностью исследования проблем оптимизации, которые возникают при попытке интеграции технически сложных программных комплексов.



Рис. 4. Пример реализации интегрируемой системы

Помимо применения теории множеств в интеграции информационных систем рассмотрим модель, базирующуюся на цикле Деминга и наглядно демонстрирующей производственный цикл (рис. 5). Цикл Plan-Do-Check-Act (PDCA) – циклический процесс принятия решений, наиболее часто использующийся в процессах управления качеством [10].

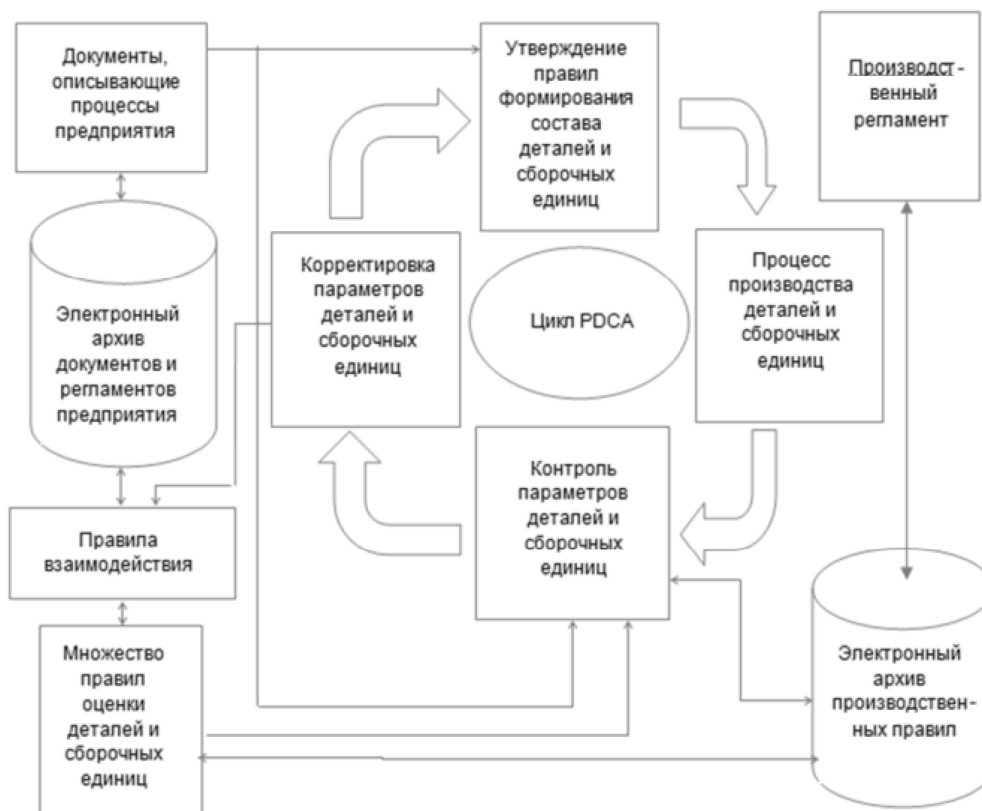


Рис. 5. Модель управления производством на базе цикла Деминга

Для детального рассмотрения процесса интеграции, представим его в системном виде (рис. 6).

Преимуществом цикла Деминга является то, что процесс принятия управленческих решений сводится к простейшему алгоритму, включающему в себя процессы планирования, действия (выполнения процесса), проверки (контроля, анализа) и изменению текущих параметров и свойств процесса, направленному на устранение причин, повлекших за собой отклонение от плановых показателей [2]. Безусловно, описанных требований недостаточно для того, чтобы обеспечить бесперебойное взаимодействие между ИС. Можно выявить 3 основных типа проблем, встречающихся при интеграции систем:

- 1) потеря качества передаваемых данных;
- 2) организационные трудности;
- 3) проблемы, связанные с неполным техническим соответствием интегрируемых систем.

Потеря качества передаваемых данных подразумевает под собой то, что передаваемая информация не полностью соответствует принятой. Таким образом, интеграция между системами может быть уже налажена, но не налажена полноценная интеграция данных. Предпосылкой может являться то, что в процессе разработки взаимодействия ИС и связующей программы, в процесс передачи данных включено много лишней информации, обмениваться которой не имеет никакого смысла [5].

Организационные трудности подразумевают под собой то, что перед тем, как интегрировать определенные системы, необходимо определиться с тем кадровым составом, который будет нести ответственность за процесс разработки взаимодействия, то есть тот состав сотрудников, который непосредственно заинтересован в этой интеграции. Если сотрудники, заинтересованные в интеграции ИС, отсутствуют, то ответственный назначается руководителем компании.

К проблемам, связанным с неполным техническим соответствием интегрируемых систем можно отнести как создание и использование неподходящей связующей программы и чрезмерная информационная загруженность проекта [4].

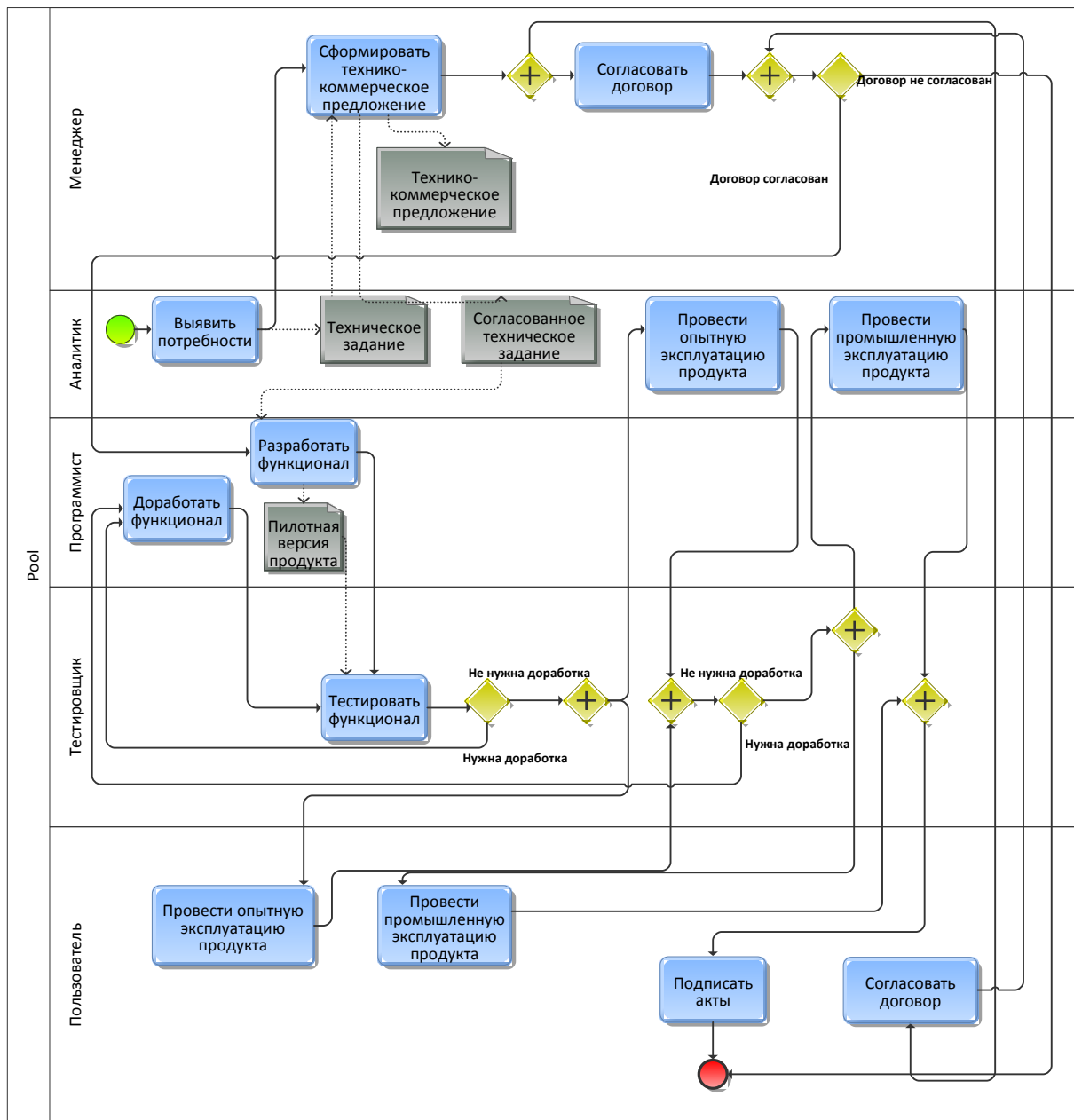


Рис. 6. BPMN-модель процесса разработки модуля интеграции информационных систем

К основным этапам, которые могут иметь какой-либо промежуточный результат в процессе создания интеграции, можно отнести:

- 1) идентификация взаимодействующих функциональных блоков;
- 2) анализ входящих и исходящих информационных потоков функциональных блоков;
- 3) определение множества пересекающихся описаний функций (применение теории множеств);
- 4) проектирование и разработка бизнес-процессов между интегрируемыми объектами;
- 5) тестирование;
- 6) передача в опытную/промышленную эксплуатацию [1].

Влияние автоматизации на рост производства

Проекты, касающиеся развития IT-инфраструктуры, приобретают все большую необходимость на современном рынке. Интеграция ИС на предприятиях имеет формат уникального проекта, который подразумевает разработку новых типовых бизнес-процессов [6].

В конечном счете, эффективность интеграции информационных систем зависит от двух ключевых факторов:

- 1) эффекты (временные и финансовые), которые интеграция реально может принести после ее создания;
- 2) затраты (временные и финансовые), которые необходимы на разработку типовых бизнес-процессов и их дальнейшую интеграцию.

Возможно несколько предпосылок интеграции информационных систем в компании:

- необходимость упорядочения и стандартизации данных;
- необходимость использования единой среды для автоматизации;
- необходимость повышения качества и корректности информации за счет исключения дублирующих бизнес-процессов.

В процессе подготовительной части создания интеграции системно анализируется не только действующая модель бизнес-процессов (модель «Как есть»), но предлагается и будущая модель (модель «Как будет») [7].

Функциональная модель «Как есть» позволяет зафиксировать действующие бизнес-процессы на предприятии и их взаимосвязи на различных уровнях детализации. Данная функциональная модель позволяет системно проанализировать проблемные участки бизнес-процессов, дублирование информационных потоков и т. д.

Модель «Как будет» по сути своей представляет «работу над ошибками», которые выявляются в модели «Как есть». Внедрение какой-либо информационной системы подразумевает под собой некое перестроение существующих бизнес-процессов. Адаптацией предприятия под данное перестроение как раз и является построение модели «Как есть». На основе практического опыта можно выявить несколько типов измеримых целей, которые присущи производственным предприятиям:

- 1) прямые финансовые показатели (увеличение выручки, экономия средств за счет исключения необходимости закупки лицензий корпоративных систем и др.);
- 2) не прямые или косвенные финансовые показатели (сокращение цикла производства, снижение производственного брака, повышение эффективности использования ресурсов) [8].

Деятельность любого производственного предприятия направлена на получение прибыли. Основными факторами, влияющими на рост производства, являются:

- 1) наличие современного оборудования (средств производства) и современных информационных технологий (аппаратного и программного обеспечения);
- 2) грамотная организация и постоянное повышение уровня управления производственными процессами и ресурсами предприятия;
- 3) постоянное повышение компетенций сотрудников.

На современной стадии развития информационных технологий важнейшее внимание уделяется взаимодействию подразделений предприятия. Работа производственного предприятия представляет собой непрерывный процесс движения информационных и материальных потоков. Зачастую, скорость и достоверность передаваемой информации в силу объективных и субъективных причин не всегда удовлетворяет требованиям руководства.

Решение этих проблем возможно в случае применения технологии, нацеленной на упорядочивание и оптимизацию бизнес-процессов. Данная технология при корректном конфигурировании позволяет в автоматическом режиме управлять бизнес-процессами в соответствии с заранее заданными правилами. Данная технология получила название Workflow. Для наглядной демонстрации принципа работы Workflow рассмотрим основные этапы создания и реализации бизнес-процессов.

Начальным этапом при создании и реализации бизнес-процессов является создание виртуальной модели организации, что по сути своей является имитацией работы предприятия в виртуальной среде со всеми внутренними и внешними бизнес-процессами, иерархией сотрудников и параметров, определяющих круг обязанностей в рамках организации.

Следующим этапом будет являться то, что необходимо привести в максимальное соответствие создаваемую виртуальную среду реальной. Для этого необходимо сопоставить имитируемых сотрудников тем должностям и пользователям, которые есть в системе с целью определения дальнейшей роли. Серьезное внимание стоит уделить правам пользователей в виртуальной среде

на создание, редактирование и запуск бизнес-процессов. Далее этап создания и реализации бизнес-процессов в среде Workflow: создание типовых бизнес-процессов. На многих предприятиях большинство бизнес-процессов являются типовыми, что является достаточным условием для того, чтобы создать шаблоны под определенные категории бизнес-процессов, которые в дальнейшем будет возможно использовать при создании новых процессов. При оптимизации бизнес-процессов будут очевидным образом видны те процессы, действие которых возможно в автоматическом режиме. К таким объектам можно отнести списание в архив какой-либо документации, утверждение рабочей документации после опытного образца и т. д.

После ввода всех необходимых данных пользователям системы назначаются задания со сроками выполнения и направлением движения информационных потоков. После запуска процесса в Workflow каждый участник получит в установленный срок исходные данные, необходимые для его работы. После выполнения своей части работы, участник передает набор данных следующему участнику процесса. Инициаторы или иные сотрудники, контролирующие процесс исполнения задания ведут мониторинг процесса выполнения задачи[9].

Процесс интеграции САД-систем

В качестве примера всего изложенного выше рассмотрим процесс интеграции САД-систем.

Если же говорить про интеграцию САД-систем, то процесс интеграции будет состоять из нескольких этапов:

- 1) импорт модели;
- 2) определение и анализ точности модели;
- 3) автоматическая корректировка ошибок в модели без искажения точности;
- 4) выявление ошибок, не выявленных в автоматическом режиме;
- 5) ручная корректировка выявленных ошибок;
- 6) анализ качества трехмерной модели;
- 7) экспорт модели.

Программные модули для интеграции САД-систем нацелены на трансляцию геометрических моделей между различными системами автоматизированного проектирования. Преимуществом данных программных модулей является то, что большинство ошибок, встречающихся при импорте модели, исправляются в автоматическом режиме без искажения точности модели, что является одним из самых важных требований к процессу интеграции подобных систем. Программные модули для интеграции САД-систем поддерживают большинство форматов данных, используемых инженерами.

Определение и анализ точности модели осуществляется за счет сканирования всех элементов модели. При этом пользователь при трансляции может выбирать уровни точности между рекомендуемой и настраиваемой.

Этап автоматического исправления подразумевает исправление большинства формализованных разработчиками ошибок в геометрических моделях.

После выявления и автоматического исправления, большинство программных модулей предлагает использовать инструменты, направленные на ручное исправление ошибок.

После автоматического исправления модели, существует риск нарушения структуры модели, что может повлечь за собой ошибки при дальнейшем экспорте модели. Большинство программных модулей интеграции САД-систем имеет стандартизованные механизмы ручного исправления, которые сводят к минимуму вероятность возникновения обозначенных выше ошибок.

Анализ качества модели подразумевает под собой соответствие международным и российским стандартам, помимо этого есть возможность создания индивидуальных требований к моделям, принятым на предприятии. Существует возможность проверки не только модели, но и ее отдельных составляющих (например, исправленных в ручном режиме).

После всех описанных выше операций пользователь должен иметь возможность сохранения полученной модели в формат какой-либо САД-системы.

Большинство программных продуктов, направленных на интеграцию САД-систем имеет как локальную, так и клиент-серверную архитектуру. Локальная архитектура подразумевает под собой работу на локальном компьютере с индивидуальными настройками и требованиями к моделям. Клиент-серверная версия программных продуктов нацелена на стандартизацию требований

к моделям на всем предприятии. Решается это посредством установки серверной части на удаленный сервер, конфигурация которого распространяется на все клиентские места.

Программные модули интеграции CAD-систем подразумевают работу не только с твердотельными объектами или поверхностными моделями, но и с полноценными трехмерными сборками. Сохранение структуры сборки является самым важным требованием к процессу интеграции систем автоматизированного проектирования [11].

На рис. 7 приведена приближенная схема бизнес-процесса интеграции CAD-систем.

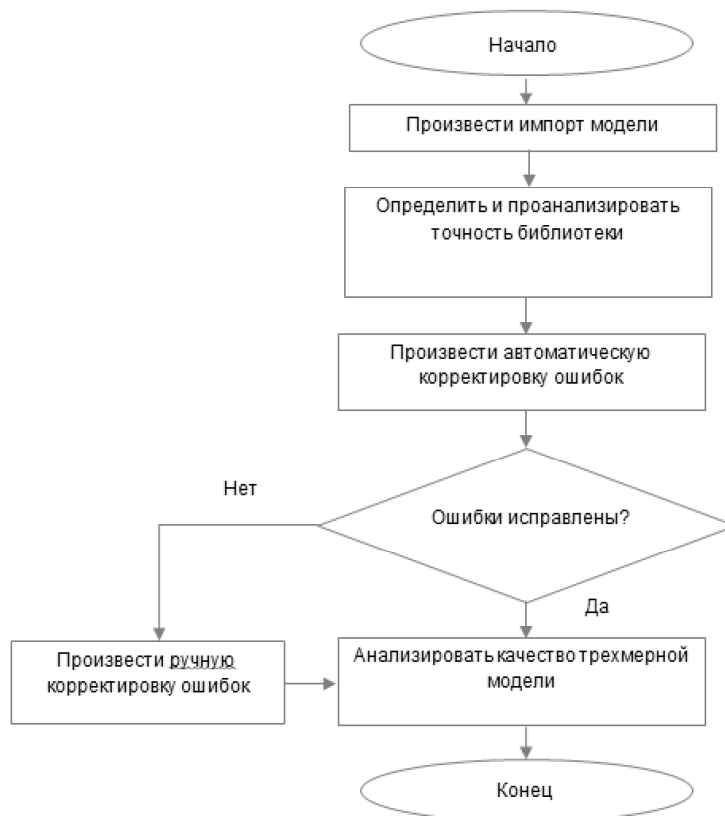


Рис. 7. Схема бизнес-процесса интеграции CAD-систем

Заключение

Таким образом, на сегодняшний день существует ряд типовых проблем, связанных с использованием множества информационных систем:

- при развитии предприятия неизбежно усложняются бизнес-процессы;
- географическая разбросанность предприятий служит серьезным препятствием для оптимального обмена данными;
- низкий уровень защищенности хранимых данных.

Решением данных проблем может служить интеграция информационных систем, включающая в себя интеграцию данных. Интеграция данных возможна на трех основных уровнях:

- 1) физическом;
- 2) логическом;
- 3) семантическом.

Суть интеграции систем сводится к совместной работе программных приложений, которая невозможна без детально сформулированных бизнес-требований и правил интеграции. Интеграция изначально должна происходить внутри каждого класса, посредством выделения объектов, являющихся экземплярами систем. Таким образом, можно сделать вывод, что присутствует отображение категорий множеств и описывается функторами, которые ставят в соответствие объекту одной категории объект другой категории. Помимо возможности применения основ теории множеств в вопросах интеграции систем, есть возможность применения моделей, базирующихся на цикле Деминга, которые могут наглядно демонстрировать производственные циклы.

Одним из главных отличительных качеств использования цикла Деминга является то, процесс принятия ключевых решений сводится к простейшему алгоритму, включающему в себя процессы планирования, действия проверки (контроля, анализа) и изменению текущих параметров и свойств процесса, направленному на оптимизацию данного процесса.

Для повышения эффективности интеграции между информационными системами должна быть проработана детальная концепция создания и адаптации новых типовых бизнес-процессов на конкретном предприятии. Оценка эффективности создания новых типовых процессов зависит от прямых и косвенных финансовых показателей.

Создание интеграции между ИС, как правило, облегчает процесс автоматизации производства посредством стандартизации входящих и исходящих потоков информации между основными функциональными блоками и исключения дублирующих бизнес-процессов. После выявления дублирующих бизнес-процессов зачастую возникает необходимость проведения реинжиниринга по причине того, что многие сотрудники повторяют уже проделанную работу.

В конечном счете, основными критическими факторами при создании и адаптации интеграционного процесса являются:

- 1) строго сформулированные цели и задачи данного проекта;
- 2) выбор стратегии создания и адаптации связующего программного обеспечения;
- 3) детальная проработка подготовительной части интеграции с дальнейшим написанием концепции создания и адаптации связующего программного обеспечения;
- 4) анализ входящих и исходящих информационных потоков функциональных блоков;
- 5) применение теории множеств в поиске множестве пересекающихся описаний функциональных блоков;
- 6) детальное проектирование и детальная проработка информативности бизнес-процессов между интегрируемыми объектами;
- 7) обязательное тестирование.

Применимость ETL-процессов в интеграции информационных систем классов PLM, CAD и WorkFlow вызывает сомнения потому, что в чистом виде данная технология применима не везде. Что касается систем классов PLM и CAD, то большинство программ-интеграторов создается по механизму ETL в чистом виде:

- 1) есть какой-либо набор данных, который необходимо адаптировать под иной набор данных, с которыми планируется интеграция;
- 2) основной модуль программы-интегратора – область, в которой будет непосредственно осуществляться процесс изменения и адаптации данных; по сути, основной модуль служит неким «транслятором» данных во вторую систему;
- 3) конечный набор данных – область, под которую осуществляется адаптация данных.

Одним из ключевых векторов развития систем класса WorkFlow является оптимизация возможностей интеграции.

Интеграция систем класса WorkFlow подразумевает создание сквозных процессов между несколькими приложениями, каждое из которых решает свои задачи. В данном случае создается промежуточный продукт, который ведет мониторинг и анализ данных процессов. Зачастую возникает ситуация, когда сквозные процессы не имеют возможности идентифицировать справочную информацию из-за разнородности данных. В этом случае, процесс интеграции справочных данных идет по ETL-процессу.

В настоящее время интеграция ИС становится необходимым условием для увеличения объемов производства и повышения эффективности использования ИС на предприятии.

При грамотной интеграции ИС возможно не только повышение эффективности использования ИС, но и повышение принятия управленческих решений, что является предпосылкой повышения конкурентоспособности предприятия.

Литература

1. Антонов, Д.В. Разработка модели автоматизированного управления учебным процессом / Д.В. Антонов // Управление в сложных системах: науч. изд. Уфимск. гос. авиац. техн. ун-та, 2011. – С. 10–16.

2. Антонов, Д.В. Программный инструментарий для организации распределенной обработки данных в компьютерных сетях на основе семантической модели: дис. ... канд. техн. наук / Д.В. Антонов. – Уфа, 2011. – 52 с.

3. Антонов В.В. Теоретические и прикладные аспекты построения моделей информационных систем / В.В. Антонов, Г.Г. Куликов, Д.В. Антонов. – LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co.KG, Германия, 2011. – 134 с.

4. Борисов, Д.Н. Корпоративные информационные системы: учеб. пособие для вузов / Д.Н. Борисов. – Воронеж: ВГУ, 2007. – 99 с.

5. Ануфриенко, С.А. Введение в теорию множеств и комбинаторику: учеб. пособие для вузов / С.А. Ануфриенко. – Екатеринбург: Урал. гос. ун-т им. А.М. Горького, 1998. – 62с.

6. Колпаков, А. Автоматизация конструирования узла оптического прибора / А. Колпаков, Н. Толстова // САПР и графика. – 2012. – С. 68–70.

7. Голиков А. У АСКОН с инженерами общий генотип / А. Голиков // Стремление. – 2014. – № 1 (14). – С. 14–19.

8. Булгаков, В. КОМПАС-3D: массивное обновление версии V14 и сочетания будущего в разработке V15 / В. Булгаков // Стремление. – 2013. – № 3 (13). – С. 28–30.

9. Чиркова, С. ЛОЦМАН WorkFlow – современное средство управления производственными процессам / С. Чиркова // САПР и графика. – 2005. – <http://www.sapr.ru/article.aspx?id=14605&iid=693>.

10. Репин, В.В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов / В.В. Репин, В.Г. Елиферов. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2008. – 408 с.

11. 3DTransVidia – интеллектуальная трансляция моделей. – <http://www.thesis.com.ru/software/3dtransvidia/>.

12. Кротов, А.А. Обзор методов реструктуризации и интеграции информационных систем / А.А. Кротов, Е.А. Лупян. – <http://smis.iki.rssi.ru /students/alekro/Dissertation/ Papers/Reengineering/>.

Куликов Геннадий Григорьевич, д-р техн. наук, профессор кафедры автоматизированных систем управления, Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа; gennadyg_98@yahoo.com.

Антонов Вячеслав Викторович, канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой автоматизированных систем управления, Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа; antonov.v@bashkortostan.ru.

Антонов Дмитрий Вячеславович, старший преподаватель кафедры автоматизированных систем управления, Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа; antonov.d88@gmail.com.

Шингарев Фархад Фанилович, аспирант кафедры автоматизированных систем управления, Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа; ufa.farhad@yandex.ru.

Поступила в редакцию 15 февраля 2016 г.

THE STANDARDIZATION OF INFORMATION FLOWS THROUGH THE INTEGRATION OF INFORMATION SYSTEMS AS A TOOL FOR INDUSTRIAL AUTOMATION

G.G. Kulikov, gennadyg_98@yahoo.com,
V.V. Antonov, antonov.v@bashkortostan.ru,
D.V. Antonov, antonov.d88@gmail.com,
F.F. Shingareev, ufa.farhad@yandex.ru

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russian Federation

The article discusses the solution to the problem of integration of information systems from the point of view of the theory of sets and the theory of categories. The classification of the possible types of integration processes in information systems. The role of integrated information systems to increase performance. The issues of data integration are discussed with regard to their security. IP integration simplifies the data protection mechanism, so as to organize the defense of the uniform mechanism is easier than to organize the defense of the distributed elements of the business process. Identified the main types of problems encountered in system integration, provides ways of resolving them.

Keywords: integration of information systems, PLM- systems, computer-aided design, category theory, set theory, documentation support, heterogeneity, business process, Web service, business logic, user interface, service bus, the broker, metadata, data integration, integration services.

References

1. Antonov D.V. [Development of a Model for Automated Management of Educational Process]. *Management in Complex Systems: Scientific. ed. of Ufa State Aviation. Tech. University Press*, 2011, pp. 10–16. (in Russ.)
2. Antonov D.V. *Programmnyy instrumentariy dlya organizatsii raspredelennoy obrabotki dannykh v kompyuternykh setyah na osnove semanticheskoy modeli: dis. kand. tekhn. nauk* [Software Tools for Organization of Distributed Data Processing in Computer Networks Based on the Semantic Model: Diss. Cand. Sci. (Eng.)], Ufa, 2011, 52 p.
3. Antonov V.V., Kulikov G.G., Antonov D.V. *Teoreticheskie i prikladnyye aspekty postroeniya modeley informatsionnykh sistem* [Theoretical and Applied Aspects of Constructing Models of Information Systems]. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co.KG, Germany, 2011. 134 p.
4. Borisov D.N. *Korporativnyye informatsionnyye sistemy* [Enterprise Information Systems: Textbook for Universities]. Voronezh, VSU Publ., 2007. 99 p.
5. Anufrienko S.A. *Vvedenie v teoriyu mnozhestv i kombinatoriku: ucheb. posobie dlya vyzov* [Introduction to the Theory of Sets and Combinatorics: A Textbook for Universities]. Ekaterinburg, A.M. Gorky Ural State University Publ., 1998. 62 p.
6. A. Kolpakov, Tolstoba N. [Automation of Designing of the Optical Device Node]. *Journal "CAD and Graphics"*, 2012, pp. 68–70.
7. Golikov A. [ASKON Has the General Genotype with Engineers]. *Desire*, 2014, no. 1, pp. 14–19. (in Russ.)
8. Bulgakov V. [KOMPAS-3D: Massive Updating of the V14 Version and a Combination of the Future in Development of V15]. *Desire*, 2013, no. 3, pp. 28–30. (in Russ.)
9. Chirkova S. *LOTSMAN WorkFlow – sovremennoe sredstvo upravleniya proizvodstvennyimi protsessami* [The PILOT WorkFlow is a Modern Management Tool Production Processes] "CAD and Graphics", 2005. Available at: <http://www.sapr.ru/article.aspx?id=14605&iid=693>.
10. Repin V.V., Eliferov V.G. *Protsessnyy podhod k upravleniyu. Modelirovaniye biznes-protsessov* [Process Approach to Management. Modeling Business Processes]. Moscow, RIA "Standards and Quality" Publ., 2008. 408 p.

11. 3DTransVidia – *Intellektual'naya translyatsiya modeley* [3DTransVidia – Intellectual Broadcast of Models]. Available at: <http://www.thesis.com.ru/software/3dtransvidia/>

12. Krotov A.A., Lupyan E.A. *Obzor metodov restrukturizatsii i integratsii informatsionnyih sistem* [Review of Methods of Restructuring and Integration of Information Systems]. Available at: <http://smis.iki.rssi.ru/students/alekro/Dissertation/Papers/Reengineering/>.

Received 15 February 2016

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Метод предметно-ориентированной классификации и системного моделирования слабоформализованных информационных потоков в системах автоматизации производства / Г.Г. Куликов, В.В. Антонов, Д.В. Антонов, Ф.Ф. Шингареев // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2016. – Т. 16, № 2. – С. 116–130. DOI: 10.14529/ctcr160212

FOR CITATION

Kulikov G.G., Antonov V.V., Antonov D.V., Shingareev F.F. The Standardization of Information Flows Through the Integration of Information Systems as a Tool for Industrial Automation. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*, 2016, vol. 16, no. 2, pp. 116–130. (in Russ.) DOI: 10.14529/ctcr160212