

УДК 004.62

## МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ФИНАНСОВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

С.А. Арустамов<sup>а</sup>, А.П. Вареникова<sup>а</sup>

<sup>а</sup> Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация

Адрес для переписки: [anna\\_varenikova@corp.ifmo.ru](mailto:anna_varenikova@corp.ifmo.ru)

### Информация о статье

Поступила в редакцию 19.06.17, принята к печати 05.08.17

doi: 10.17586/2226-1494-2017-17-5-929-937

Язык статьи – русский

**Ссылка для цитирования:** Арустамов С.А., Вареникова А.П. Модели и методы информационной поддержки принятия управленческих решений на примере финансового планирования // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2017. Т. 17. № 5. С. 929–937. doi: 10.17586/2226-1494-2017-17-5-929-937

### Аннотация

**Предмет исследования.** Исследована задача оптимизации управления предприятием и формирования интегрированной информационной среды управления для распределенной поддержки принятия решений. Рассмотрена проблема локальной автоматизации деятельности предприятия. Показана необходимость интеграции гетерогенных информационных систем для задач планирования и прогнозирования. **Метод.** Предложена оригинальная модель документооборота организации с применением методов темпорального вероятностного моделирования бизнес-процессов. Разработана модель интеграции гетерогенных информационных систем с использованием онтологического подхода. Рассмотрена структура онтологий, проведена классификация концептов онтологий. Предложены методы сопоставления концептов и интеграции объектов информационных систем.

**Основные результаты.** На основании предложенных моделей и методов разработана математическая модель финансового планирования, учитывающая вероятностный характер рассматриваемых событий и позволяющая выполнить резервирование денежных средств на будущие расходы. Апробация предложенных методов выполнена на примере информационной системы финансового планирования Университета ИТМО в период 2016–2017 гг. Система включает в себя данные из различных корпоративных подсистем: бухгалтерский учет, учет кадров, расчет заработной платы, учет договорных обязательств, закупочная логистика. Применение системы позволяет осуществить резервирование денежных средств на период 2–3 месяца, что в среднем составляет около 20% от годового бюджета финансовой единицы. Программные решения выполнены с применением технологий СУБД Oracle и языка PL/SQL в составе корпоративной информационной системы управления Университета ИТМО. **Практическая значимость.** Предложенные подходы могут быть использованы при решении задач интеграции гетерогенных информационных систем и источников данных в разных областях. Разработанные методы могут применяться не только для финансового планирования, но и в иных задачах оптимизации управления, в которых требуется осуществить планирование и прогнозирование деятельности.

### Ключевые слова

математическое моделирование, оптимизация управления, интеграция информационных систем, онтология, финансовое планирование, прогнозирование

## MODELS AND METHODS OF INFORMATION MANAGEMENT SUPPORT IN CASE OF FINANCE PLANNING

S.A. Arustamov<sup>а</sup>, A.P. Varenikova<sup>а</sup>

<sup>а</sup> ITMO University, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation

Corresponding author: [anna\\_varenikova@corp.ifmo.ru](mailto:anna_varenikova@corp.ifmo.ru)

### Article info

Received 19.06.17, accepted 05.08.17

doi: 10.17586/2226-1494-2017-17-5-929-937

Article in Russian

**For citation:** Arustamov S.A., Varenikova A.P. Models and methods of information management support in case of finance planning. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2017, vol. 17, no. 5, pp. 929–937 (in Russian). doi: 10.17586/2226-1494-2017-17-5-929-937

**Abstract**

**Subject of Research.** This study focuses on enterprise management optimization and development of integrated management information system supporting distributed decision-making processes. The paper describes local automation problems and heterogeneous information system integration for planning and forecasting support. **Method.** We propose an original enterprise document flow model with the use of temporal stochastic modeling methods. The paper considers the ontology-based model of heterogeneous information system integration. This study proposes ontology concept classification and methods for concept mapping and information objects integration. **Main Results.** A mathematical model of finance planning is developed based on the proposed models and methods. This model considers stochastic factors and enables funds to be reserved for future expenses. Proposed methods were applied in Finance Planning information system at ITMO University in 2016-2017. The system contains data coming from several information subsystems: Accounting, Salary and Scholarship, Logistics, Contract management. It provides users with expense forecast for 2-3 months that is about 20 % of the annual budget. The software was developed using Oracle DBMS technologies and PL/SQL language within the framework of the Management Information System at ITMO University. **Practical Relevance.** These approaches may be applied for integration of heterogeneous information systems and data sources at different areas. Proposed methods may be used not only in finance planning but are applicable also to other problems of management optimization with planning and forecasting support.

**Keywords**

mathematical modeling, management optimization, information system integration, ontology, finance planning, forecasting

**Введение**

На современных предприятиях проявляется тенденция к формированию интегрированной информационной среды управления, которая ориентирована на распределенные процессы принятия решений и согласованное взаимодействие всех заинтересованных лиц [1, 2].

Корпоративные информационные системы, как правило, имеют сложную и не всегда оптимальную инфраструктуру, включающую множество информационных систем, построенных в различное время и для решения отдельных задач: базы данных разных форматов, электронные таблицы, веб-ресурсы, содержащие продукты и технологии от разных производителей. При этом информация зачастую дублируется, ее актуальность поддерживается не в полной мере, что приводит к противоречивости и неполноте хранящихся сведений. Между тем оперативное получение целостной информации значительно повышает качество принимаемых управленческих решений [3, 4].

В этой связи актуальной становится задача интеграции гетерогенных информационных систем.

Эта проблема может быть решена кардинальным образом – внедрением единой корпоративной системы, реализующей все необходимые функции. Однако этот способ требует больших вложений многих ресурсов (финансовых, трудовых, материальных) и реинжиниринга большинства сложившихся бизнес-процедур. Второй способ решения проблемы является более гибким – проведение аудита, модернизации и интеграции уже существующих решений.

Настоящая работа посвящена исследованию подходов к решению задачи вторым способом. В статье рассматриваются модели и методы интеграции информационных систем сопровождения финансово-экономической деятельности. Такие системы имеют ряд особенностей [5, 6]:

- необходимость получения достоверной информации, высокая стоимость ошибок планирования;
- высокий уровень ответственности при принятии управленческих решений, наличие финансовых рисков;
- необходимость обоснования прогноза при финансовом планировании.

**Постановка задачи**

Финансово-экономическая деятельность является сложной динамической системой, при управлении этой системой требуются сведения не только о текущем состоянии ее объектов, но также данные о ее прошлых и будущих состояниях [7]. Таким образом, соответствующие информационные системы обрабатывают темпоральные (изменяющиеся во времени) данные и накапливают историю их изменений. В связи с этим для решения задачи поддержки принятия управленческих решений предлагается использовать методы темпорального вероятностного моделирования деятельности предприятия.

Рассмотрим информационную модель предприятия и его бизнес-процессы. Будем считать, что этапы выполнения бизнес-процессов сопровождаются документами, образуя тем самым документооборот предприятия. Пусть  $[0; T]$  – рассматриваемый временной период,  $t$  – момент времени,  $t \in [0; T]$ .  $W(t)$  – некая количественная характеристика, описывающая состояние бизнес-процесса в указанный момент времени,  $W: [0; T] \rightarrow \mathbb{R}$ . Например, это может быть среднесписочное количество сотрудников предприятия, обладающих научной степенью, сумма денежных средств на расчетном счете организации и пр.

Введем следующие обозначения:  $K$  – множество событий,  $K = K^{past} \cup K^{fut}$ , где  $K^{past}$  – множество прошедших событий;  $K^{fut}$  – события, которые могут произойти в период  $[0; T]$ . Будем рассматривать события, приводящие к изменению  $W(t)$ ,  $k$  – отдельное событие,  $k \in K$ . В рамках бизнес-процесса предприятия будем считать, что события происходят последовательно и объединяются в конечную цепь  $K^* = \{k_1, k_2, \dots\}$ .

В рамках исследования документооборота предприятия под событием будем понимать одно из следующих действий:

- завершение жизненного цикла документа и (или) начало цикла другого документа;
- переход документа от одного этапа жизненного цикла к другому;
- изменение атрибутов документа в рамках одного этапа жизненного цикла.

Рассмотрим цепочку событий одного бизнес-процесса. Предположим, что к нулевому моменту времени произошла последовательность из  $m$  событий  $\{k_1, k_2, \dots, k_m\}$ . Далее определим множество будущих событий следующего шага бизнес-процесса  $K_{m+1} = \{k_{m+1}^1, k_{m+1}^2, \dots\}$  и вероятность их возникновения  $P(k_{m+1}^i)$  для  $1 \leq i \leq |K_{m+1}|$ . Аналогичным образом можно определить множество и вероятность возникновения событий, следующих за  $m + 1$  событием и так далее.

Таким образом, вероятность возникновения события на  $j$ -ом шаге будет зависеть от множества предыдущих событий, а также вероятности перехода от них к текущему:

$$P(k_j^i) = \sum_{k \in K_{j-1}} P(k) P(k, k_j^i),$$

где  $P(k, k_j^i)$  – вероятность перехода от события  $k$  к  $k_j^i$ .

Задача прогнозирования заключается в том, чтобы на основании цепочек будущих событий  $K^1 = \{k_{m+1}^1, k_{m+2}^1, \dots, k_{n_1}^1\}$ ,  $K^2 = \{k_{m+1}^2, k_{m+2}^2, \dots, k_{n_2}^2\}$  и т.д. предсказать значение  $W(t)$ . Это позволит центру принятия решений ввести дополнительные события  $U = \{u_1, u_2, \dots\}$ , тем самым повлияв на значение  $W(t)$ , чтобы в период  $t \in [0; T]$  достичь оптимального значения целевой функции  $F$  при выполнении системы условий на  $W(t)$ .

Например, если  $W(t)$  – среднесписочное количество сотрудников предприятия с научной степенью, то в некоторых случаях требуется максимизировать это значение на отчетную дату:

$$F = W(T) \rightarrow \max.$$

В другом случае, когда  $W(t)$  равняется остатку денежных средств по некоторому проекту, требуется минимизировать число случаев, при которых  $W(t)$  отрицательно, а при их возникновении – уменьшить абсолютную величину этих значений:

$$F = \int_0^T \overline{W(t)} dt \rightarrow \min,$$

$$\text{где } \overline{W(t)} = \begin{cases} 0, & W(t) \geq 0 \\ -W(t), & W(t) < 0 \end{cases},$$

при ограничении на значения  $W(t)$  в течение всего периода  $[0; T]$ :

$$W_{\min}(t) \leq W(t) \leq W_{\max}(t).$$

При возникновении управляющего воздействия  $U$  меняется вероятность перехода  $P(k, k_j^i) = \bar{P}(k, k_j^i, u_1, u_2, \dots)$ , и, следовательно, вероятность возникновения будущих событий с целью получения оптимального значения  $F$ .

Таким образом, управление учреждением или отдельным бизнес-процессом может быть оптимизировано за счет решения двух задач:

- своевременное получение информации о прошедших событиях  $K^{past}$ ,
- оценка вероятности возникновения будущих событий и построение возможных цепочек  $K^i = \{k_{m+1}^i, k_{m+2}^i, \dots, k_{n_i}^i\}$  на основании сведений  $K^{past}$ .

Следует отметить, что начальные события могут возникать на разных организационных уровнях предприятия. Информация о событиях может находиться в различных предметных областях и, как следствие, различных отделах и информационных системах предприятия.

Таким образом, требуется решить задачу интеграции информационных систем для своевременного обеспечения центра поддержки принятия решений полной информацией о деятельности предприятия.

### Методы интеграции информационных систем

Одним из распространенных методов интеграции информационных систем являются модели с использованием онтологического подхода [8–10]. При этом подходе разнородные предметные области, соответствующие интегрируемым информационным системам, описываются в виде онтологий. Далее устанавливается связь между онтологиями, которая транслируется на информационные объекты (рис. 1).

Онтология предметной области состоит из концептов (понятий, классов), их атрибутов и отношений между концептами. Помимо абстрактных объектов, в структуру онтологии входят экземпляры – элементы, соответствующие концептам на практике. Применение онтологий – формальных спецификаций понятий и отношений предметной области – делает возможным совместное и многократное использование знаний людьми и программными агентами. Как правило, онтологии используются в информационном поиске, системной интеграции, накоплении и извлечении данных [11–14].

Наиболее популярные методы интеграции онтологий используют синтаксический, структурный и семантический подходы [15]. В первом случае анализируются формулировки понятий и классов для нахождения наиболее близких в лексикографическом смысле. Однако этот подход имеет очевидный недос-

татов, связанный с большим разнообразием схожих по смыслу имен понятий и субъективным характером формирования терминов: два различных специалиста при составлении онтологии для одной предметной области, скорее всего, будут использовать различные термины, и эти сходства будет сложно обнаружить. Исходя из этого, по мере развития методы интеграции онтологий стали задействовать структуру онтологии, учитывать отношения между понятиями, экземпляры классов для сопоставления, т.е. анализировать структуру и семантику онтологий.

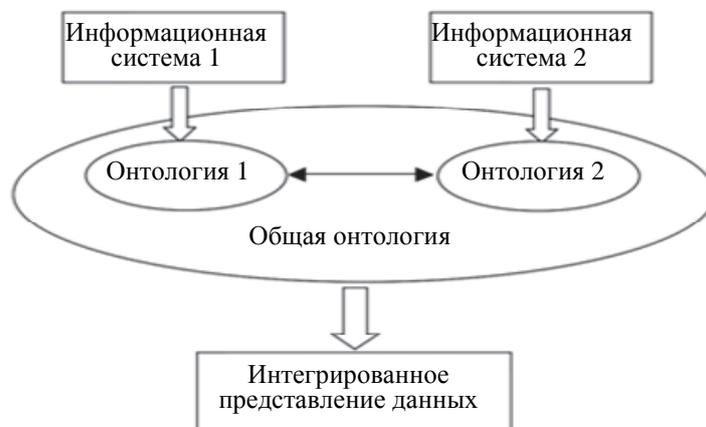


Рис. 1. Онтологическая модель интеграции информационных систем

Наиболее перспективным подходом признана интеграция на основе семантического анализа онтологий [16]. При этом во многих методах допускается участие эксперта в зависимости от требуемого результата: достоверности полученных сведений или скорости поиска семантической зависимости, например, в случае обработки запросов на интернет-ресурсах.

В настоящей работе интеграцию информационных систем предлагается выполнить на онтологическом уровне, что предполагает выполнение следующих шагов.

1. Построение онтологий предметных областей. Установление связи между понятиями различных онтологий.
2. Формирование общей онтологической модели, включающей в себя связанные понятия различных предметных областей.
3. Установление соответствия между объектами информационных систем.
4. Реализация процедуры трансформации данных.

Онтология предметной области формально может быть описана кортежем вида

$$O = \langle C, A, V, P, I, R \rangle,$$

где  $C = \{c_1, \dots, c_n\}$  – множество концептов,  $A = \{a_1, \dots, a_k\}$  – множество атрибутов,  $V$  – словарь профессиональных терминов организации,  $P: C \rightarrow 2^A$  – отображение, задающее для каждого концепта множество его атрибутов,  $I: C \rightarrow 2^V$  – интерпретация концептов, сопоставление концепта множеству терминов из словаря  $V$ ;  $R$  – множество отношений между концептами,  $R = R_c \cup R_s$ , при этом  $R_c$  – отношение наследования («класс-подкласс»),  $R_s$  – отношение ассоциации.

Информационная система, автоматизирующая процессы заданной предметной области с онтологией  $O$ , может быть представлена в следующем виде:

$$Q = \langle O, E, I_Q, I_R \rangle,$$

где  $E = \{e_1, \dots, e_n\}$  – множество объектов информационной системы, представляющих понятия предметной области, и  $I_Q: E \rightarrow C$  – соответствующее отображение.  $I_R: E \times E \rightarrow R$  – отображение множества связей между объектами системы на множество отношений между концептами. Помимо множества  $E$ , в составе информационной системы находятся различные настройки для контроля доступа, шаблоны документов, операций и прочие объекты. В рамках исследования такие объекты не рассматриваются, так как они связаны с понятиями предметной области посредством базовых объектов множества  $E$ .

Обозначим в виде  $A(c) \subset A$  – множество атрибутов концепта  $c \in C$ , и  $A_Q(e) \subset A$  – множество атрибутов информационного объекта  $e \in E$ . Будем считать, что атрибуты концептов и соответствующих им объектов системы совпадают, т.е.  $\forall e \in E \ A_Q(e) = A(I_Q(e))$ . Задача интеграции информационных систем заключается в установлении отношений семантической зависимости между концептами онтологий и далее трансформации этой зависимости между объектами информационных систем.

Разобьем множество  $C$  на два непересекающихся подмножества  $C = C^{ref} \cup C^{op}$ , где  $C^{ref}$  – множество справочных понятий, а  $C^{op}$  – множество операционных понятий, и  $C^{ref} \cap C^{op} = \emptyset$ . Соответствующим образом можно разделить множество  $E = E^{ref} \cup E^{op}$ .

Справочные понятия – концепты, множество экземпляров которых изменяется редко и незначительно, либо эти изменения происходят под действием внешних предметных областей (список кодов учета, следующий из нормативных документов, и др.). Введем термин «операционное понятие», которое, напротив, предполагает постоянное создание и обновление экземпляров класса в рамках регулярных бизнес-процессов организации. Другими словами, информационная система, автоматизирующая предметную область, направлена на накопление операционных экземпляров в разрезе справочных понятий. Например, в системе учета кадров справочными понятиями являются пол, должность, структурное подразделение, а операционными – сотрудники, приказы, награды и т.д.

Следует отметить, что в разных предметных областях один и тот же класс может быть справочным и операционным. Например, в отличие от учета кадров, в учете расчетов с подотчетными лицами список сотрудников будет являться справочным понятием.

Для установления семантической зависимости между элементами онтологий предлагается рассмотреть различные виды связей между концептами:

- Связь первого вида – между двумя справочными понятиями.
- Связь второго вида – между справочным и операционным понятием. В этом случае множество экземпляров операционного понятия является источником данных для множества экземпляров справочного понятия.
- Связь третьего вида – между операционными понятиями. Эта связь отражает шаги бизнес-процесса, принадлежащие разным предметным областям. При этом связь может быть установлена не только между двумя концептами, но и между их множествами при условии для значений их атрибутов.

Каждая из этих связей отражает возможность интеграции соответствующих информационных систем и трансформации данных из одной предметной области в другую.

Связь первого и второго вида может быть выявлена с помощью методов.

1. *Связывание на уровне классов.* Понятие предметной области разбивается на подклассы, которые сопоставляются с понятиями общей онтологии предприятия.
2. *Связывание на уровне экземпляров.* При отсутствии соответствующего понятия общей онтологии понятия сопоставляются на уровне экземпляров с привлечением эксперта предметной области.
3. *Установление отношения.* По результатам сопоставления между понятиями двух областей устанавливается отношение взаимно-однозначного соответствия, включения с группировкой или включения без группировки. Включение без группировки предполагает взаимно однозначное соответствие между множеством экземпляров первого понятия и подмножеством экземпляров второго. Включение с группировкой означает выделение групп подмножеств экземпляров первого понятия, которые однозначно соответствуют подмножеству или всему множеству значений второго концепта.

Установление связи третьего типа предлагается выполнять двумя этапами:

1. сопоставить пары понятий между собой, используя пересечение множества атрибутов и другие ассоциируемые концепты, соединенные связями первого и второго типа;
2. предложить полученные сведения эксперту предметной области, который окончательно установит необходимые зависимости.

Привлечение эксперта обусловлено несколькими причинами.

- Операционные понятия в каждой предметной области, как правило, уникальны. Именно операционные понятия отражают специфику той или иной предметной области, и операционным понятиям в большинстве случаев не соответствуют концепты общей онтологии.
- Связь третьего типа может иметь произвольный вид. Например, это может быть связь между двумя понятиями одной предметной области и операционным концептом другой.
- Необходимо получать достоверную информацию о деятельности организации с минимальными потерями точности.

Связи первого и второго типа могут быть перенесены в информационные модели в виде отношений между сущностями «один-к-одному» и «один-ко-многим». На уровне объектов информационных систем эти связи выражаются в виде внешних ключей – связей между таблицами. Связи третьего типа могут служить основанием для импорта сведений из одной системы в другую на уровне программных процедур.

Далее рассмотрим более подробно величину  $W(t)$ . Поскольку значение этой величины зависит от будущих событий, наступление которых можно спрогнозировать с некоторой вероятностью, то величину  $W(t)$  можно считать случайной. Обозначим значения этой величины при возникновении события  $k$  как  $W^k$ . Будем считать, что бизнес-процесс завершится в рассматриваемый промежуток времени  $[0; T]$ . Тогда

$$W(T) \in \{W^{k_1}, W^{k_2}, \dots\}.$$

Задача получения значения  $W(0)$  может быть решена за счет интеграции информационных систем. Для этого необходимо, чтобы информация о прошедших событиях  $K^{past}$  была доступна центру принятия решений. Задача прогнозирования значения  $W(t)$  может быть решена за счет построения функции распределения случайной величины. На практике функция распределения оценивается по данным за-

вершенных аналогичных бизнес-процессов. Предположим, что в рассматриваемом бизнес-процессе все сопровождающие его документы будут согласованы и выполнены. Тогда среди возможных цепочек событий будет определена основная,  $\bar{K} = \{\bar{k}_{m+1}, \bar{k}_{m+2}, \dots, \bar{k}_n\}$ , и будет получена оценка  $W(t)$  в виде  $W^{\bar{k}}$ .

Таким образом, предложенные модели и методы позволяют получить информацию о текущем состоянии бизнес-процесса  $W(0)$  и оценить будущее значение случайной величины  $W(t)$ .

### Математическая модель финансового планирования

На основании предложенной модели документооборота была построена математическая модель финансового планирования деятельности предприятия. Предложенная модель была исследована на примере Университета ИТМО.

Введем следующие обозначения:

$B(t)$  – остаток денежных средств финансовой единицы на момент времени  $t$ ,  $B'(t)$  – прогнозируемый остаток с учетом зарезервированных денежных средств.

$Est^c(t)$  – сумма планируемых доходов по коду  $c$ , утвержденных в смете финансовой единицы к моменту времени  $t$ , аналогично  $Est^s(t)$  – для кодов расходов.  $c \in C = \{c_1, c_2, \dots, c_m\}$  – множество кодов для учета поступлений,  $s \in S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$  – множество кодов для учета расходных операций.

$Rec_k^s(t)$  – сумма денежных средств по коду  $s$ , поступивших к моменту  $t$  и связанных с событием  $k$ . Далее обозначим  $Rec^s(t) = \sum_{k \in K} Rec_k^s(t)$  – сумма поступлений по коду  $s$  к моменту времени  $t$ .

$Exp_k^s(t)$  – сумма расходов по коду  $s$ , связанных с событием  $k$  и совершенных к моменту  $t$ ,  $Exp^s(t) = \sum_{k \in K} Exp_k^s(t)$ .

$Res_k^s(t)$  – сумма зарезервированных денежных средств по коду  $s$ , связанных с событием  $k$ , к моменту  $t$ .  $Res^s(t) = \sum_{k \in K} Res_k^s(t)$ . Следует отметить, что  $Res^s(0)$ , как правило, является ненулевой величиной, что соответствует резервам прошлых периодов. При этом

$$B(t) = B(0) + \sum_{j=1}^m Rec^{c_j}(t) - \sum_{i=1}^n Exp^{s_i}(t),$$

$$B'(t) = B(t) - \sum_{i=1}^n Res^{s_i}(t).$$

Заметим, что величины  $B(0)$ ,  $Rec^c(t)$ ,  $c \in C$ ,  $Exp^s(t)$ ,  $s \in S$ , и, как следствие,  $B(t)$  известны на момент времени  $t$ . Помимо получения  $B(t)$ , интерес представляет задача определения суммы зарезервированных средств  $Res^s(t)$ .

Для решения задачи получения  $B(t)$  и прогнозирования расходов  $Res_k^s(t)$  предлагается рассмотреть различные типы событий  $k$ . Для Университета ИТМО были проанализированы следующие события:

- поступление денежных средств, что влечет за собой расходы на отчисление средств в централизованный фонд, уплату НДС и оплату услуг банка;
- заключение трудового договора, дополнительного соглашения к нему, оформление приказа на единовременные выплаты сотрудникам университета;
- оформление сотрудником отпуска;
- командировка сотрудника;
- приобретение товаров, оплата работ, услуг.

Для каждого типа события информация об этапах бизнес-процессов находится в разных предметных областях. Интеграция этих областей была выполнена с помощью предложенных автором методов в виде последовательности шагов:

1. Построение общей онтологии университета, выделение базовых понятий (персона, подразделение, вид деятельности, партнер, проект).
2. Построение онтологий отдельных предметных областей (бухгалтерский учет, расчет заработной платы и стипендии, учет закупок товаров, работ, услуг, учет принятых обязательств по расходам).
3. Установление связи между понятиями онтологий и получение результирующей онтологии.
4. Построение сводной математической модели бюджета финансовой единицы.

### Анализ полученных результатов

Предложенные модели и методы были положены в основу информационной системы финансового планирования Университета ИТМО. На основании установленных зависимостей были интегрированы данные нескольких подсистем университета:

1. Бухгалтерский учет (учет операций на расчетных счетах, учет операций с подотчетными лицами и пр.).

2. Учет кадров и расчет заработной платы.
3. Учет договорных обязательств.
4. Планирование и учет закупочной деятельности.

Интеграция систем была выполнена в виде внешних ключей между справочниками и операционными таблицами. На основании этих сведений была реализована универсальная процедура построения бюджета финансовой единицы, в которой отображаются фактически выполненные операции и резервируются денежные средства на будущие расходы (рис. 2).

Статья БК	Исполнение бюджета	Резервирование средств	Кассовые операции
Остаток на начало	331 810,42		331 810,42
<b>Доход</b>			
130 Доходы от оказания платных услуг	1 812 515,00		1 812 515,00
<b>Итого</b>	<b>1 812 515,00</b>		<b>1 812 515,00</b>
<b>Уменьшение дохода</b>			
130.3.2 Уменьшение дохода - внутреннее	266 945,98	271 329,08	266 945,98
<b>Итого</b>	<b>266 945,98</b>	<b>271 329,08</b>	<b>266 945,98</b>
<b>Расход</b>			
211 Заработная плата	1 796,37		0,00
211.100 Оклад (должностной оклад)	1 357 305,21	757 841,67	0,00
211.1.101 Компенсационная выплата за совмещение профессий (должностей), расширение зон обслуживания, увеличение объема работ	12 030,00		0,00
211.3.141 Стимулирующая выплата за интенсивность (в %)	1 241 455,78	1 187 504,76	0,00
211.2.143 Стимулирующая выплата за качество выполняемых работ (в %)	51 000,00		0,00
211.230 Больничный лист за счет работодателя	1 776,36		0,00
211.305 Отпуск	337 391,55	1 278 379,37	455 727,71
211.315 Компенсация за отпуск при увольнении сотрудника	118 338,16		0,00
<b>211 Заработная плата, итого</b>	<b>3 121 091,43</b>	<b>3 223 725,80</b>	<b>3 120 994,47</b>
213.119 Начисления на выплаты по оплате труда (кроме отпускных)	804 403,36	587 494,66	727 159,34
213.305 Начисления на выплаты отпускных	137 629,74	386 070,53	124 045,07
<b>213 Начисления на выплаты по оплате труда, итого</b>	<b>942 033,10</b>	<b>973 565,19</b>	<b>874 361,64</b>
221.5 Внутрисетевые соединения; предоставление абонентской линии	116 354,54		116 354,54
221.7 Услуги международной и международной связи	5 456,60		5 456,60
<b>221 Услуги связи, итого</b>	<b>121 811,14</b>		<b>121 811,14</b>

Рис. 2. Интерфейс системы «Бюджет подразделения».  
БК – бюджетная классификация

Бюджет строится на основании материализованных представлений, которые представляют обработанные данные указанных подсистем. Эти представления обновляются каждую ночь в автоматическом режиме, что приводит к минимальным задержкам в получении сведений о фактических операциях, т.е. сведения о совершенных доходах и расходах доступны руководителям финансовых единиц на следующий день после обработки банковской выписки или расчета заработной платы.

При резервировании денежных средств период планирования, как правило, составляет 2–3 месяца, в зависимости от своевременности внесения первичной информации в информационные подсистемы. При этом в среднем сумма резерва приблизительно равна 20% от годового бюджета финансовой единицы.

Разработанная процедура построения бюджета используется в нескольких подсистемах университета:

- бюджет подразделения;
- бюджет проекта;
- бюджет университета.

Все перечисленные решения были реализованы в составе корпоративной информационной системы управления Университета ИТМО с применением технологий СУБД Oracle и языка PL/SQL. Приложения для руководителей финансовых единиц были реализованы на платформе Oracle Application Express версии 4.2.

Следует отметить, что используемые сведения обрабатываются и рассчитываются автоматически, что требует минимального участия финансовых специалистов для функционирования приложений.

### Заключение

В работе были предложены методы интеграции гетерогенных информационных систем с использованием онтологического подхода. Описанная модель документооборота предприятия позволяет разработать математическую модель финансового планирования и выявить основные задачи оптимизации финансового управления.

Данное исследование легло в основу информационной системы финансового планирования, которая включает в себя сведения из различных корпоративных подсистем. Таким образом, руководители подразделений и проектов получили доступ к оперативной информации по исполнению бюджета и прогнозируемым расходам.

Предложенные подходы могут быть использованы при решении задач интеграции гетерогенных информационных систем и источников данных в разных областях. Разработанные методы могут применяться не только для финансового планирования, но и в других задачах оптимизации управления.

В заключение следует отметить, что интеграция данных является лишь одним из шагов на пути к эффективному финансовому планированию. Поведение сотрудников, особенно в части отпусков и увольнений, отношения с партнерами и прочие факторы имеют большое значение при планировании расходов [17]. Прогнозирование этих событий является задачей дальнейших исследований.

### Литература

1. Сербиновский Б.Ю. и др. Инновационная модель и интегрированная информационная среда в управлении университетом нового типа. Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2009. 226 с.
2. Попова И.А., Шлей М.Д., Вареникова А.П. Информационная система управления сетевым университетом // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2016. № 7. С. 123–130.
3. Gorzen-Mitka I., Okreglicka M. Improving decision making in complexity environment // *Procedia Economics and Finance*. 2014. P. 402–409. doi: 10.1016/S2212-5671(14)00819-3
4. Ермошкин Н.Н., Тарасов А.А. Стратегия информационных технологий предприятия: Как Cisco System и ведущие компании мира используют Интернет Решения для Бизнеса. М.: МосГУ, 2003. 360 с.
5. Экономика образования: планирование, анализ и контроль финансово-хозяйственной деятельности образовательных организаций высшего образования» (категория руководители и сотрудники финансовых и бухгалтерских служб) / Под ред. М.А. Дмитриева. М.: МПГУ, 2016. 166 с.
6. Исаев Д.В., Кравченко Т.К. Информационные технологии управленческого учета. М.: ГУ ВШЭ, 2006. 297 с.
7. Балдин А.В., Елисеев Д.В., Агаян К.Г. Обзор способов построения темпоральных систем на основе реляционной базы данных // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2012. № 8. С. 309–318. doi: 10.7463/0812.0441884
8. Maree M., Belkhatir M. Addressing semantic heterogeneity through multiple knowledge base assisted merging of domain-specific ontologies // *Knowledge-Based Systems*. 2015. V. 73. P. 199–211. doi: 10.1016/j.knosys.2014.10.001
9. Zhao Y., Li Z., Wang X., Halang W.A. Decision support in e-business based on assessing similarities between ontologies // *Knowledge-Based Systems*. 2012. V. 32. P. 47–55. doi: 10.1016/j.knosys.2011.08.020
10. Митрофанова О.А., Константинова Н.С. Онтологии как системы хранения знаний // Всероссийский конкурсный отбор обзорно-аналитических статей по приоритетному

### References

1. Serbinovskii B.Yu. et. al. *Innovative Model and Integrated Information Environment in the Management of a New Type of University*. Novocherkassk, YuRGU (NPI) Publ., 2009, 226 p.
2. Popova I.A., Shlei M.D., Varenikova A.P. Information management system of the network university. *Science and Education of the Bauman MSTU*, 2016, no. 7, pp. 123–130. (In Russian)
3. Gorzen-Mitka I., Okreglicka M. Improving decision making in complexity environment. *Procedia Economics and Finance*, 2014, pp. 402–409. doi: 10.1016/S2212-5671(14)00819-3
4. Ermoshkin N.N., Tarasov A.A. *Enterprise Information Technology Strategy: How the Cisco System and the World's Leading Companies use the Internet Business Solutions*. Moscow, Moscow University for the Humanities Publ., 2003, 360 p. (In Russian)
5. *Economics of Education: Planning, Analysis and Control of Financial and Economic Activities of Educational Institutions of Higher Education* (Category Managers and Employees of Financial and Accounting Services). Ed. M.A. Dmitriev. Moscow, MPGU Publ., 2016, 166 p.
6. Isaev D.V., Kravchenko T.K. *Information Technologies of Management Accounting*. Moscow, GU VShE Publ., 2006, 297 p. (In Russian)
7. Baldin A.V., Eliseev D.V., Agayan K.G. Overview of methods of creating systems based on temporal relational database. *Science and Education of the Bauman MSTU*, 2012, no. 8, 309–318. (In Russian) doi: 10.7463/0812.0441884
8. Maree M., Belkhatir M. Addressing semantic heterogeneity through multiple knowledge base assisted merging of domain-specific ontologies. *Knowledge-Based Systems*, 2015, vol. 73, pp. 199–211. doi: 10.1016/j.knosys.2014.10.001
9. Zhao Y., Li Z., Wang X., Halang W.A. Decision support in e-business based on assessing similarities between ontologies. *Knowledge-Based Systems*, 2012, vol. 32, pp. 47–55. doi: 10.1016/j.knosys.2011.08.020
10. Mitrofanova O.A., Konstantinova N.S. Ontology as a

- направлению «Информационно-телекоммуникационные системы». 2008. Т. 48. № 2. С. 1–54.
11. Матюшин М.М., Вакурина Т.Г., Котеля В.В., Скобелев П.О., Лахин О.И., Кожевников С.С., Симонова Е.В., Носкова А.И. Методы и средства построения онтологий для визуализации связанных информационных объектов произвольной природы в сложных информационно-аналитических системах // Информационно-управляющие системы. 2014. № 2. С. 9–17.
  12. Hinkelmann K., Gerber A., Karagiannis D., Thoenssen B., Merwe A., Woitsch R. A new paradigm for the continuous alignment of business and IT: Combining enterprise architecture modelling and enterprise ontology // *Computers in Industry*. 2016. V. 79. P. 77–86. doi: 10.1016/j.compind.2015.07.009
  13. Du J., Zhou L. Improving financial data quality using ontologies // *Decision Support Systems*. 2016. V. 54. P. 76–86. doi: 10.1016/j.dss.2012.04.016
  14. Otero-Cerdeira L., Rodríguez-Martínez F.J., Gómez-Rodríguez A. Ontology matching: a literature review // *Expert Systems with Applications*. 2015. V. 42. N 2. P. 949–971. doi: 10.1016/j.eswa.2014.08.032
  15. Jean-Mary Y.R., Shironoshita E.P., Kabuka M.R. Ontology matching with semantic verification // *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web*. 2009. V. 7. N 3. P. 235–251. doi:10.1016/j.websem.2009.04.001
  16. Shvaiko P., Euzenat J. Ontology matching: State of the art and future challenges // *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*. 2013. V. 25. N 1. P. 158–176. doi: 10.1109/TKDE.2011.253
  17. Арустамов С.А., Вареникова А.П. Модель прогнозирования расходов для планирования проектной деятельности вуза // *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики*. 2016. Т. 16. № 6. С. 1111–1119. doi: 10.17586/2226-1494-2016-16-6-1111-1119.
  11. Matyushin M.M., Vakurina T.G., Kotelya V.V., Skobelev P.O., Lakhin O.I., Kozhevnikov S.S., Simonova E.V., Noskova A.I. Methods and software for creation of ontologies for visualizing connected information objects of random nature in complex information-analytical systems. *Informatsionno-Upravlyayushchie Sistemy*, 2014, no. 2, pp. 9–17. (In Russian)
  12. Hinkelmann K., Gerber A., Karagiannis D., Thoenssen B., Merwe A., Woitsch R. A new paradigm for the continuous alignment of business and IT: Combining enterprise architecture modelling and enterprise ontology. *Computers in Industry*, 2016, vol. 79, pp. 77–86. doi: 10.1016/j.compind.2015.07.009
  13. Du J., Zhou L. Improving financial data quality using ontologies. *Decision Support Systems*, 2016, vol. 54, pp. 76–86. doi: 10.1016/j.dss.2012.04.016
  14. Otero-Cerdeira L., Rodríguez-Martínez F.J., Gómez-Rodríguez A. Ontology matching: a literature review. *Expert Systems with Applications*, 2015, vol. 42, no. 2, pp. 949–971. doi: 10.1016/j.eswa.2014.08.032
  15. Jean-Mary Y.R., Shironoshita E.P., Kabuka M.R. Ontology matching with semantic verification. *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web*, 2009, vol. 7, no. 3, pp. 235–251. doi:10.1016/j.websem.2009.04.001
  16. Shvaiko P., Euzenat J. Ontology matching: State of the art and future challenges. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 2013, vol. 25, no. 1, pp. 158–176. doi: 10.1109/TKDE.2011.253
  17. Arustamov S.A., Varenikova A.P. Expenses forecasting model in university projects planning. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2016, vol. 16, no. 6, pp. 1111–1119. doi: 10.17586/2226-1494-2016-16-6-1111-1119

#### Авторы

**Арустамов Сергей Аркадьевич** – доктор технических наук, профессор, профессор, Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация, saarustamov@corp.ifmo.ru

**Вареникова Анна Павловна** – начальник управления, Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация, anna\_varenikova@corp.ifmo.ru

#### Authors

**Sergey A. Arustamov** – D.Sc., Full Professor, ITMO University, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation, saarustamov@corp.ifmo.ru

**Anna P. Varenikova** – managing director, ITMO University, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation, anna\_varenikova@corp.ifmo.ru