

Научная статья

DOI: 10.15593/2224-9397/2023.2.06

УДК 004.4

**Г.Г. Куликов, В.В. Антонов, Л.И. Баймурзина,  
Л.А. Кромина, Л.Е. Родионова, А.Р. Фахруллина**

Уфимский университет науки и технологий, Уфа, Российская Федерация

## **ФОРМАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННО- АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ФИНАНСОВОГО УЧЕТА НА ПРИМЕРЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Рассматривается проблема, стоящая перед машиностроительным предприятием, – низкая эффективность работы внутренних бизнес-процессов, а именно финансового учета. **Цель работы** состоит в том, чтобы систематизировать связь между процессами финансового учета, с детализацией в бюджетировании с помощью описания методологии по созданию информационной аналитической системы. В статье показано значение для аналитиков по финансовому учету разработки информационной аналитической системы финансового учета машиностроительного предприятия. **Материалы и методы.** Для решения проблемы предлагается формальная модель создания информационной аналитической системы финансового учета. Представлены основные области применения метода, его положительные стороны. С применением стандарта ISO/IEC 15288 «Системная инженерия» изображена методология множества состояний системы по финансовому учету, с помощью теории множеств для формализации в виде матрицы процессов жизненного цикла информационной аналитической системы. Для описания информационного блока работы финансового подразделения предприятия, а именно взаимодействия связей между объектами бюджетирования, взят цикл Деминга. Систематизирована связь между описываемыми процессами в виде итерационного цикла с применением информационных систем, хранилищ и куба данных, систем бизнес-аналитики. Особое внимание уделено классификации задач финансового учета с выделением самого трудоемкого блока управления. С помощью диаграммы вариантов использования UseCase diagram описан метод детального формирования информационной аналитической системы финансового учета предприятия. Показаны актуальность внедрения данного метода на машиностроительных предприятиях, динамичность внешней среды, «несовершенство» исполнителей, индивидуализация процессов. **Результаты:** применение формальной модели информационной аналитической системы как инструмента эффективного непрерывного цикла управления, включающего определение целей развития, а также факторов и ограничений, стратегическое планирование и бюджетирование, формирование финансовой и управленческой отчетности, позволит повысить результативность работы как финансового подразделения, так и предприятия в целом.

**Ключевые слова:** финансовый учет, задачи бюджетирования, теория-множеств, информационно-аналитическая система, формальная модель.

**G.G. Kulikov, V.V. Antonov, L.I. Baimurzina,  
L.A. Kromina, L.E. Rodionova, A.R. Fakhruullina**

Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russian Federation

## **FORMAL MODEL OF THE INFORMATION-ANALYTICAL SYSTEM OF FINANCIAL ACCOUNTING ON THE EXAMPLE OF A MACHINE-BUILDING ENTERPRISE**

In the article the authors paid attention to the problem facing a machine-building enterprise – low efficiency of internal business processes, namely financial accounting. The purpose of the work is to systematize the relationship between financial accounting processes, with detailing in budgeting, by describing the methodology for creating an information analytical system. The article shows the importance for financial accounting analysts to develop an information-analytical system of financial accounting of the machine-building enterprise. To solve the problem, a formal model of creating an information-analytical system of financial accounting is proposed. The main areas of the method's application and its positive sides are presented. Using the standard ISO / IEC 15288 "System Engineering", the methodology of the set of states of the system of financial accounting, using the theory of sets for formalization in the form of a matrix of the life cycle of the information-analytic system is presented. For the description of information block of work of financial department of enterprise, namely interaction of connections between objects of budgeting, Deming cycle is taken. The connection between the described processes in the form of iteration cycle, using information systems, storage and cube of data, business intelligence systems is systematized. Particular attention is paid to the classification of financial accounting tasks, highlighting the most labor-intensive management block. Using UseCase diagram, the method of detailed formation of information-analytical system of financial accounting of the enterprise is described. The relevance of introduction of this method at machine-building enterprises, dynamism of external environment, "imperfection" of executors, individualization of processes is shown. The result of using a formal model of information-analytical system as a tool of effective continuous management cycle, including the definition of development goals, as well as factors and limitations, strategic planning and budgeting, formation of financial and management reporting, will improve the performance of both the financial department and the enterprise as a whole.

**Keywords:** financial accounting, budgeting tasks, theory of sets, information-analytical system, formal model.

### **Введение**

Применение стандартов системной инженерии позволяет описывать процесс управления деятельностью по созданию систем любого масштаба и назначения, в том числе и систем, способствующих реагированию как на внутренние сигналы, так и на взаимодействия с внешней средой.

На сегодняшний день особый интерес уделяется информационно-аналитическим системам (ИАС), способным генерировать не только строго регламентированные отчеты, но и запросы по требованию лиц, принимающих решения (ЛПР) [1, 2].

Промышленные предприятия для эффективной обработки и передачи данных используют программные средства различного класса и назначения (On-Line Analytic Processing (Olap), DataMining, DSS, ERP, MES, SCADA, DCS, PLC и др.), в которых накапливаются большие объемы данных и метаданных. Для оперативной аналитической обработки данных и знаний используются Olap и DataMining, для автоматизированного управления ресурсами предприятия – ERP-системы, для контроля производственных процессов и управления ими – MES-системы, SCADA, DCS, PLC, которые являются автоматизированными системами управления технологическими процессами (АСУТП), включающими автоматизированное проектирование, управление технологическими циклами и др. [3, 4]. Все эти подсистемы решают отдельные задачи предприятия и являются проблемно-ориентированными, а накопление больших объемов данных и знаний требует использования инструментов, позволяющих извлекать полезную аналитическую информацию для оперативной и аналитической обработки данных и знаний, формирования интеллектуального контента лицам, принимающим решения (ЛПР) (рис. 1). Для хранения, накопления и пополнения данных и знаний нужны хранилища данных (ХД) [5].

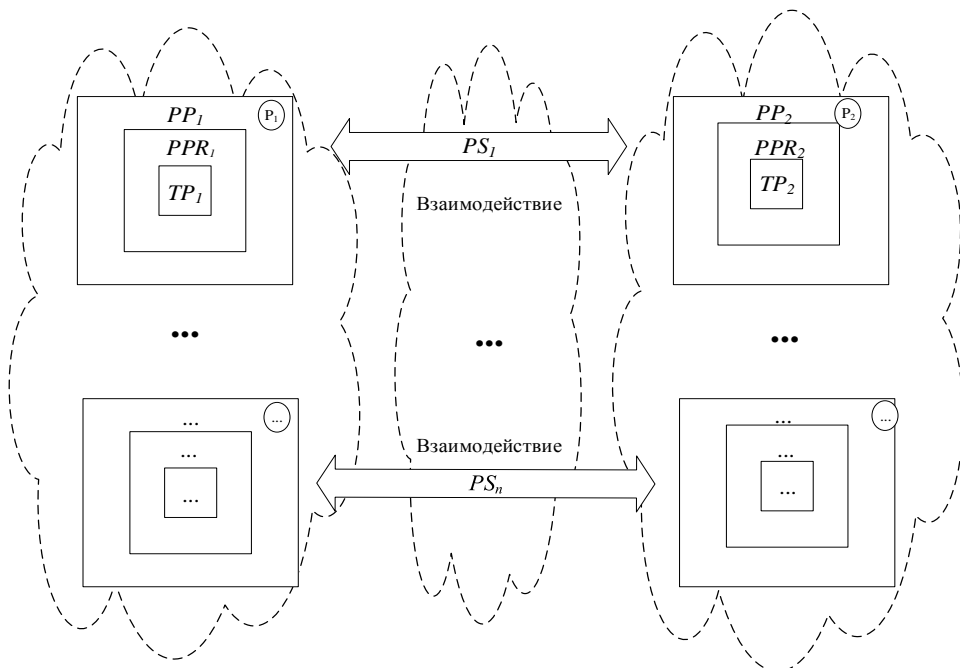


Рис. 1. Множество процессов организации

Для управления финансами существует большое количество программных систем, используемых сегодня на предприятиях (1С: Предприятие, Автоматизированная система управления финансовой и закупочной деятельностью АС ФЗД, «Альт-финансы» и другие), большинство из них предназначено для автоматизации финансовых учетов, но не включает в себя возможности глубокой аналитической обработки [6].

Таким образом, становится актуальным проектирование ИАС как дополнение к существующим программным системам, которые могут быть использованы большими компаниями, решающими задачи управления финансами.

### 1. Семантический аспект модели ИАС

Выявляется следующая задача исследования – формализация параметров для базы знаний и проектирование аналитической информационной системы. Для проектирования предлагается применение стандарта ISO/IEC 15288 «Системная инженерия» [7].

Рассмотрим модели бизнес-процессов предприятия для организации работы финансового учета. Относительно стандарта ISO/IEC/IEEE 15288, каждый процесс имеет цель, выходной продукт или услугу, набор действий, выполняющий определенные процедуры. Процессы, сформированные с использованием стандарта ISO/IEC/IEEE 15288, представляют собой определенное множество [8]. Появляется возможность построения различных моделей жизненного цикла (ЖЦ) программных систем в зависимости от потребностей, выделяя определенные подмножества [9, 10].

Процессы жизненного цикла стандарта ISO/IEC/IEEE 15288 описывают взаимодействие процессов предприятия, процессов проекта, технические процессы, процессы соглашения. Первые три процесса способствуют эффективному формированию и применению систем, достигая цели предприятия. А процессы соглашения представляют собой рабочие взаимоотношения, путем заключения соглашений. Для проведения исследований применялся формализованный вариант стандарта ISO/IEC/IEEE 15288.

Будем обозначать процессы жизненного цикла следующим образом (см. рис. 1):

- процессы предприятий – *PP*;
- процессы проекта – *PPR*;

- технические процессы –  $TP$ ;
- процессы соглашений –  $PS$ .

Таким образом, проблема использования формальных моделей для проектирования ИАС может быть решена применением математического аппарата теории категорий при помощи стандарта ISO/IEC/IEEE 15288.

Рассмотрим описанные условия с помощью матрицы с трехмерным измерением – в виде куба (аналога матрицы Дж. Захмана), где представлена трехмерная плоскость с осями: состояние системы, класс задач бюджетирования и процессы жизненного цикла программной системы согласно стандарту ISO/IEC/IEEE 15288 (рис. 2) [11].

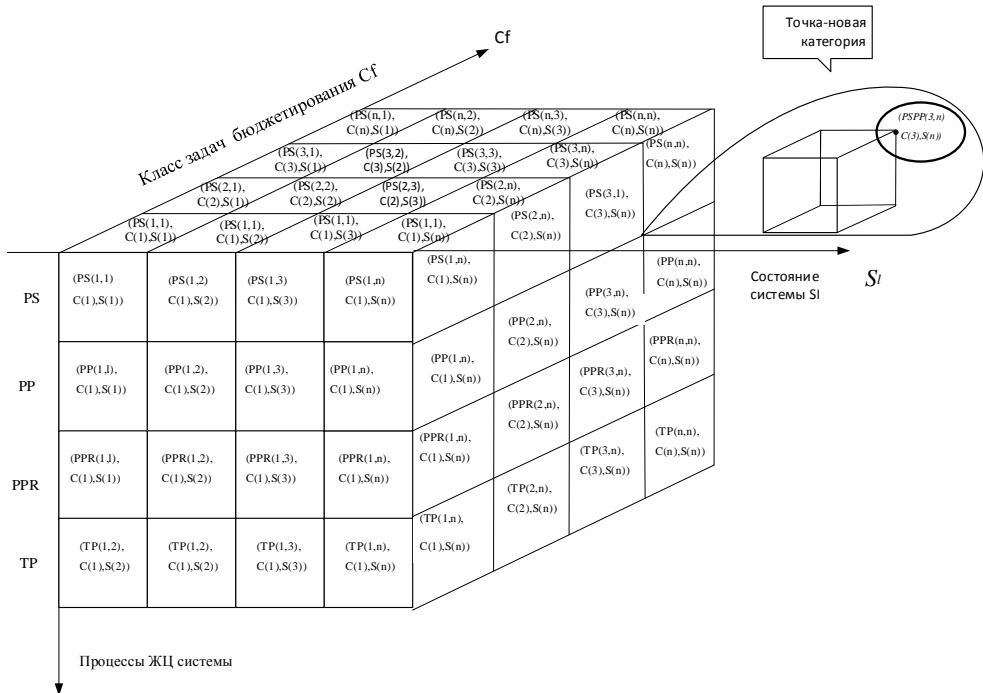


Рис. 2. Семантическая модель системы деятельности предприятия

Введем следующие обозначения:

1. Множество процессов соглашения –  $(PS(f, l), C(f), S(l))$ ;
2. Множество процессов проекта –  $(PPR(f, l), C(f), S(l))$ ;
3. Множество процессов предприятия –  $(PP(f, l), (Cf, Sl))$ ;
4. Множество технических процессов –  $(TP(f, l), C(f), S(l))$ .

$f$  – порядковый номер задачи бюджетирования,  $\overline{f} = (1 \dots, n)$ , где  $n$  – количество задач,  $Cf$  – класс  $f$ -й задачи бюджетирования,  $\overline{l} = (1 \dots, m)$ , где  $m$  – множество состояний системы,  $Sl$  – система  $l$ -го состояния.

В результате получаем многомерную матрицу, определяющую структуру семантического аспекта модели ИАС, с учетом взаимодействия функциональных программ с окружающей средой [12].

Модель позволяет формировать как структуру ЖЦ ИАС в пространстве ЖЦ бизнес-процесса, так и структуру ЖЦ отдельных бизнес-процессов в рамках выполняемого проекта [13]. Для моделирования ИАС будем использовать процесс соглашения.

## **2. Классификация задач бюджетирования**

Основным показателем в управлении любым предприятием является эффективность, и в первую очередь это должна быть экономическая эффективность. Верное и строгое финансово-экономическое планирование с помощью информационных технологий – это один из важных этапов к успешному развитию предприятия. Активное внедрение информационных систем в первую очередь затронуло промышленные предприятия, обеспеченные заказами на несколько лет. Эффективно управлять производственными мощностями, контролировать затраты на производство, минимизировать ошибки, организовать точный учет и обеспечить оперативное планирование – все это достигается с помощью внедренных автоматизированных информационных систем. Однако стандартные информационные системы даже при доработке в крупных компаниях не захватывают все аспекты оперативно-аналитического учета на предприятии [14].

Необходимы системы, способные оперативно решать узкие задачи: интегрирование операций бизнес-процесса с планированием, сбор, обработка и корректировка больших объемов неоднородных данных, их анализ и прогноз. Данный подход повышает эффективность производства предприятия посредством усовершенствования функционирования автоматизированных информационных систем. Для полного понимания и раскрытия проблем в формировании информационно-аналитической системы финансового учета рассмотрим пример реализации процесса с помощью информационной автоматизированной системы 1С: «Предприятие» блок управления и контроля финансового

планирования и бюджетирования на примере промышленного предприятия. Для описания процесса используем цикл Деминга, согласно которому управление должно циклически проходить по следующим этапам: *P* – планирование или же проектирование, *D* – контроль, *C* – корректировка или регулировка, *A* – исполнение [15].

При поступлении заказа на предприятие и на основании приказа предприятия начинается зарождение проекта контракта (рис. 3). Планово-экономическим отделом составляется плановая калькуляция для определения себестоимости продукции, что позволяет финансовому отделу проделать работу по формированию бюджета движения денежных средств (БДДС) и определить финансовую устойчивость предприятия, т.е. сможет ли предприятие исполнить данный контракт посредством собственных средств или же с привлечением кредитных. Следующим этапом является составление планового бюджета на год по каждому структурному подразделению в рамках заказов. Бюджет на год составляется структурным подразделением с разнесением по статьям суммы расходов, обязательной частью является определение дополнительной аналитики (на предприятии в основном это номер серии машины), дополнительная аналитика определяется отделом финансового планирования на основании приказа руководителя [16]. Предполагается, что данная ИАС при установленном лимите годового бюджета, утвержденном финансовым сектором управляющей компанией, является входящим продуктом для управления этапами процесса, запустит итерационный цикл взаимодействия объектов бюджетирования. На этапе планирования, опираясь на имеющийся бюджет движения денежных средств, определяются плановые значения элементов бюджета, проводится аналитика задач процесса. На следующем этапе исполнения, на основе подтверждающих документов, таких как товарно-транспортная накладная (ТТН), твердофиксированная цена (ТФЦ), выполняется учет фактических затрат постатейно, выявляются ошибки и недочеты данной операции и определяются пути решения установленных задач. На следующем этапе выполняется контроль, соответствует ли плану и бюджету выполненные задачи на базе ежемесячных планируемых платежей. Если же контроль выявляет проблемные зоны, запускается этап корректировки, где проводятся редактирование данных и анализ для дальнейшего принятия решения. Все этапы повторяются столько, сколько необходимо для достижения решения поставленных задач

(рис. 3). Функционирование данной ИАС основано на методическом инструментарии по формированию и корректировке бюджета и на аналитических формах данных бюджета, а также базы данных с выходом отчетов и куба данных [17].

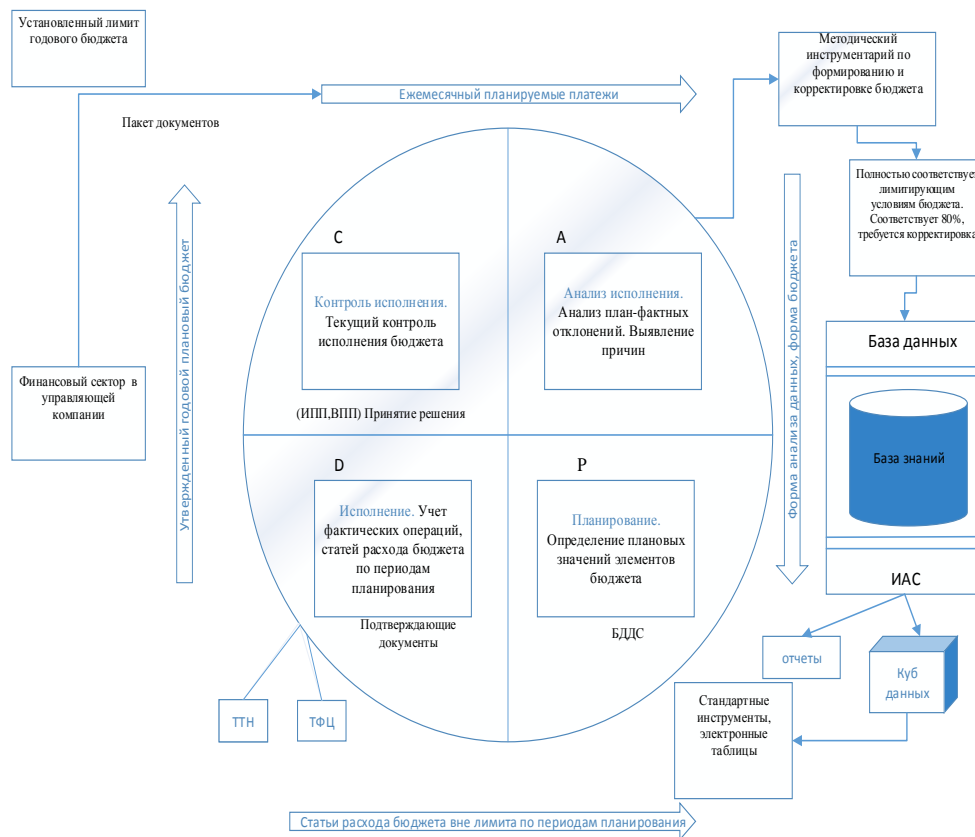


Рис. 3. Система взаимодействия связи объектов бюджетирования в виде итерационного цикла

На сегодняшний день существующие ИС не полностью автоматизируют блок финансового контроля. Реализация процесса по финансовому контролю содержит в себе огромнейшую аналитическую работу сотрудника с выполнением трудоемких операций в самой системе. Часто на мониторинг, подготовку отчетов, заполнение различных таблиц уходит 2/3 рабочего времени сотрудников. Устаревшие методика и схема данного бизнес-процесса влекут за собой рутинную работу, занимающую большое количество времени сотрудников, которое можно использовать на решение более важных вопросов [18].



### 3. Формальная модель информационно-аналитической системы

Каждый этап цикла можно зафиксировать в виде отдельного среза. Данные срезы можно производить по любому параметру, таким образом зафиксировав один из параметров, можем получить срез. Срез будет представлять необязательно плоскость, а многомерную фигуру в виде множества кубов, являющихся аналогами Olap. Olap-кубы возможно переворачивать, выстраивая отношения между кубами [19]. На основании этого может быть сделана специальная аналитическая система, которая позволит оптимизировать финансово-хозяйственную деятельность, начиная со среза с любой точки, необязательно с начала или с конца цикла. Это открывает возможность прогнозирования, исключения особых ситуаций, приходим к системе из нескольких кубов [20]. Отношения между кубами могут быть отношениями вложенности, отношения между слоями, это рекурсивные отношения. От слоя к слою коэффициент рекурсии может меняться. На основании данного цикла приходим к построению формальной модели ИАС, фиксируя отношения (рис. 4).

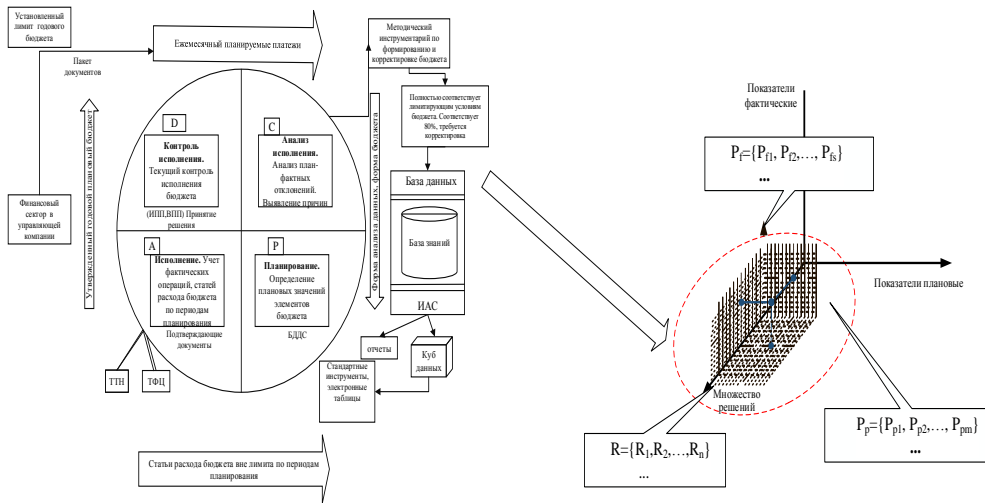


Рис. 4. Результаты ИАС в виде Olap-кубов

Правильность принятия решений можно проверить через связи [21]. При этом различные варианты выбора могут быть проверены прогнозными показателями. Появляется большое число показателей, которые могут быть стартовыми, а другие являться ограничениями (см. рис. 4).

Имеем множество объектов:  $P_p = \{P_{p_1}, P_{p_2}, \dots, P_{p_m}\}$  – множество плановых показателей финансового учета в ИАС;  $P_f = \{P_{f_1}, P_{f_2}, \dots, P_{f_s}\}$  – множество фактических показателей финансового учета в ИАС;  $R = \{R_1, R_2, \dots, R_n\}$  – множество решений на основе показателей финансового учета в ИАС. Применяем стандарт системной инженерии ISO/IEC/IEEE 15288, а именно процесс соглашения, состоящий из подпроцессов приобретения и поставки. Получаем, что процесс соглашения состоит из множества решений  $R = \{R_1, R_2, \dots, R_n\}$  подпроцесс приобретения – из множества плановых показателей  $P_p = \{P_{p_1}, P_{p_2}, \dots, P_{p_m}\}$  и подпроцесс поставок – из множества фактических показателей  $P_f = \{P_{f_1}, P_{f_2}, \dots, P_{f_s}\}$ . Данная категория  $R = \{R_1, R_2, \dots, R_n\}$  образует класс объектов с заданным отношением для любых пар:

$$(R = \{R_1, R_2, \dots, R_n\}; P_p = \{P_{p_1}, P_{p_2}, \dots, P_{p_m}\})$$

$$\text{и } (R = \{R_1, R_2, \dots, R_n\} P_f = \{P_{f_1}, P_{f_2}, \dots, P_{f_s}\}) [17].$$

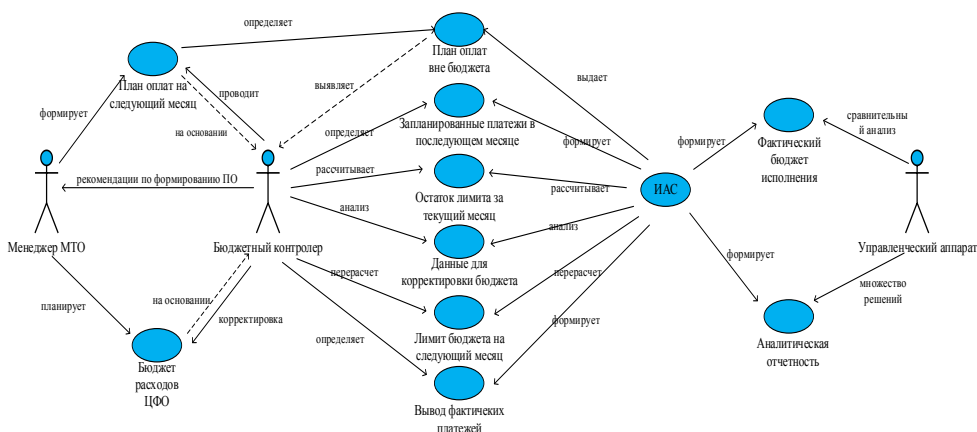


Рис. 5. Диаграмма формирования метода ИАС бюджетирования

Из описанных выше задач финансового учета можно выделить самый трудоемкий на сегодняшний день объем выполняемой работы блока бюджетного контроля – это формирование ежемесячного плана оплат [22, 23]. При исполнении ежемесячного плана формируется оплата на последующий месяц, формируются затраты в целом по предприятию и контроль за использованием и исполнением бюджета, затем бюджетным контролером выполняется обработка информации методом группировки данных, разнесения и расчета показателей (рис. 5) [24, 25].

## **Заключение**

В данной статье построена формальная модель ИАС финансового учета. Предложено применение стандарта ISO/IEC/IEEE 15288 «Системная инженерия» для формализации параметров базы знаний и проектирование аналитической информационной системы. На основе применения математического аппарата теории категорий при использовании стандарта ISO/IEC/IEEE 15288 определили структуры семантического аспекта формальной модели ИАС. Учитывая взаимодействия связей объектов бюджетирования и используя процесс соглашения в моделировании ИАС, операции в предложенной системе могут быть локализованы именно в той точке, в которой есть необходимость провести анализ, прогноз множества показателей финансового учета.

Показана возможность, как с помощью математической формулировки, используемой в ИАС, построить цепочки расчета финансовых показателей самого трудоемкого блока – бюджетного контроля, которые также соответствуют понятию метода формирования аналитической системы.

Показана возможность контроля за состоянием бюджета в реальном времени, учитывая все множества решений с их прогнозными показателями. Получаем возможность построения информационной аналитической системы, оперативно-управленческого учета финансовых показателей.

## **Библиографический список**

1. Карлова Т.В., Расторгуев А.В. Оценка эффективности информационно-аналитической системы предприятия // Вестник Брянск. гос. техн. ун-та. – 2018. – № 4 (65). – 82 с.
2. Zachman J.A. A Framework for information system architecture // IBM System Journal. – 1987. – Vol. 26, № 3. – 276 p.
3. Технологии анализа данных Data Mining, Olap: учеб. пособие / А.А. Барсегян, М.С. Куприянов, В.В. Степаненко, И.И. Холод. – СПб., 2007. – С. 40–59.
4. Степанов Д.Ю. Интеграция ERP и MES-систем: взгляд сверху [Электронный ресурс] // Современные технологии автоматизации. – 2016. – № 2. – С. 108–111. – URL: <http://stepanovd.com/science/34-article-2016-1-erpmes> (дата обращения: 07.02.2023).

5. Карелин В.П. Методы и средства информационно-аналитической поддержки принятия решений в организационных системах // Вестник Таганрог. ин-та управления и экономики. – 2009. – № 2. – С. 74–81.

6. Хруцкий В.Е., Сизова Т.В., Гамаюнов В.В. Внутрифирменное бюджетирование: настольная книга по постановке финансового планирования парадигмы программирования. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 400 с.

7. ISO/IEC/IEEE 15288:2015 System and software engineering – System life cycle processes. – 2015.

8. Uhlemann T.H.-J., Steinhilper C.L.R., Steinhilper R. The digital twin: realizing the cyber-physical production system for industry 4.0 // Procedia CIRP. Part of special issue: The 24th CIRP Conference on Life-cycle Engineering. – 2017. – Vol. 61. – P. 335–340. DOI: 10.1016/j.procir.2016.11.152

9. Формальное представление модели реализации функций системной инженерии на основе принципа необходимого разнообразия структурных связей / Г.Г. Куликов, В.В. Антонов, А.Р. Фахруллина, Л.Е. Родионова // Вестник Южно-Урал. гос. ун-та. Сер. Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2017. – Т. 17, № 4. – С. 146–153.

10. Kovács G.L., Petunin, A.A. An information technology view of manufacturing automation, Product life-cycle management // Pollack Periodica. – 2016. – Vol. 11, № 2. – P. 3–14.

11. Мадорская Ю.М. Схема Захмана при разработке требований к ИС. Практика проектирования систем [Электронный ресурс]. – 2015. – URL: <http://reqcenter.pro/zachman-framework> (дата обращения: 09.09.2022).

12. Белов В.С. Информационно-аналитические системы. Основы проектирования и применения: учеб. пособие, руководство, практикум. – М.: Изд-во Моск. гос. ун-та экономики, статистики и информатики, 2005. – 111 с.

13. Simulation studies of the self-assembly of halogen-bonded sierpiński triangle fractals, Wuli Huaxue Xuebao / Z. Zhang, W.-J. Xie, Y.I. Yang, G. Sun, Y.-Q. Gao // Acta Physico, Chimica Sinica. – 2017. – Vol. 30, № 3. – P. 539–547.

14. Куклин А.А. Наслунга К.С. Методологические особенности оценки состояния регионального бюджета // Экономика региона. – 2018. – Т. 14, вып. 2. – С. 395–407. DOI: 10.17059/2018-2-5
15. Жемчугов А.М., Жемчугов М.К. Разработка эффективной стратегии и структуры предприятия: практическая пошаговая методика // Проблемы экономики и менеджмента. – 2013. – № 6 (22). – С. 15–21.
16. Разработка процесса бюджетирования в системе финансового планирования на предприятиях авиастроительной промышленности / Н.Ю. Носкова, И.Г. Нуретдинов, А.С. Бобылев, М.Г. Сорокина. – Ульяновск: Изд-во УлГТУ, 2013. – 146 с.
17. Наумова Н.Ю., Жарикова Л.А. Бюджетирование в деятельности предприятия: учеб. пособие. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – С. 112.
18. Исаев Д.В. Бюджетирование с применением информационных систем // Управленческий учет. – 2008. – № 7. – С. 99–106.
19. Родионов А.С., Исаев Д.В. OLAP-система как инструмент современного экономиста // Финансовая газета. – 2002. – № 44 (568). – С. 14–15.
20. Mabrok M.A., Ryan M.J. Category theory as a formal mathematical foundation for model-based systems engineering // Appl. Math. Inform. Sci. – 2017. – Vol. 11, № 1. – P. 43–51.
21. Федоров А.Г. Елманова Н.З. Введение в OLAP-технологии Microsoft: практ. пособие. – М.: Диалог-МИФИ, 2002. – 268 с.
22. Куликов Г.Г., Антонов В.В., Антонов Д.В. Теоретические и прикладные аспекты построения моделей информационных систем. – LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co.KG, Germany. – 2011. – 134 с.
23. Ладыгин В.В. Бюджетирование и контроль на предприятии. – Едиториал УРСС. – 2021. – 536 с.
24. Modelling method for production management information systems (For a machine-building plant) / G.G. Kulikov, A.V. Rechkalov, L.R. Chernyahovskaya, A.N. Nabatov // IEE Conference Publication. – 1998. – 457. – P. 240–243.
25. Хруцкий В.Е., Сизова Т.В., Гамаюнов В.В. Внутрифирменное бюджетирование: настольная книга по постановке финансового планирования. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 400 с.

## References

1. Karlova T.V., Rastorguev A.V. Otsenka effektivnosti informatsionno-analiticheskoi sistemy predpriiatiia [Evaluating the effectiveness of the information-analytical system of the enterprise]. *Vestnik Brianskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2018, no. 4 (65), 82 p.
2. Zachman J.A. A Framework for Information System Architecture. *IBM System Journal*, 1987, vol. 26, no. 3, 276 p.
3. Barsegian A.A., Kupriianov M.S., Stepanenko V.V., Kholod I.I. Tekhnologii analiza dannykh Data Mining, Olap [Data Mining Technologies, Olap]. Saint Petersburg, 2007, pp. 40-59.
4. Stepanov D.Iu. Integratsiia ERP i MES-sistem: vzgliad sverkhu [Integration of ERP and MES systems: a view from above]. *Sovremennye tekhnologii avtomatizatsii*, 2016, no. 2, pp. 108-111, available at: <http://stepanovd.com/science/34-article-2016-1-erpmes> (accessed 07 February 2023).
5. Karelin V.P. Metody i sredstva informatsionno-analiticheskoi podderzhki priniatiia reshenii v organizatsionnykh sistemakh [Methods and tools for information-analytical support of decision-making in organizational systems]. *Vestnik Taganrogskego instituta upravleniia i ekonomiki*, 2009, no. 2, pp. 74-81.
6. Khrutskii V.E., Sizova T.V., Gamaiunov V.V. Vnutrifirmennoe biudzhetrovanie: nastol'naiia kniga po postanovke finansovogo planirovaniia paradigmy programmirovaniia [Intra-company budgeting: A handbook for setting up a financial planning paradigm]. Moscow: Finansy i statistika, 2005, 400 p.
7. ISO/IEC/IEEE 15288:2015 System and software engineering - System life cycle processes, 2015.
8. Uhlemann T.H.-J., Steinhilper C.L.R., Steinhilper R. The digital twin: realizing the cyber-physical production system for industry 4.0. *Procedia CIRP. Part of special issue: The 24th CIRP Conference on Life-cycle Engineering*, 2017, vol. 61, pp. 335-340. DOI: 10.1016/j.procir.2016.11.152
9. Kulikov G.G., Antonov V.V., Fakhrullina A.R., Rodionova L.E. Formal'noe predstavlenie modeli realizatsii funktsii sistemnoi inzhenerii na osnove printsipa neobkhodimogo raznoobraziiia strukturnykh svyazei [Formal representation of a model for the implementation of systems engineer-

ing functions based on the principle of necessary diversity of structural links]. *Vestnik Iuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Komp'iuternye tekhnologii, upravlenie, radioelektronika*, 2017, vol. 17, no. 4, pp. 146-153.

10. Kovács G.L., Petunin, A.A. An information technology view of manufacturing automation, Product life-cycle management. *Pollack Periodica*, 2016, vol. 11, no. 2, pp. 3-14.

11. Madorskaia Iu.M. Skhema Zakhmana pri razrabotke trebovaniia k IS. Praktika proektirovaniia sistem [Zachmann's scheme for developing IS requirements], 2015, available at: <http://reqcenter.pro/zachman-framework> (accessed 09 September 2022).

12. Belov V.S. Informatsionno-analiticheskie sistemy. Osnovy proektirovaniia i primeneniia: uchebnoe posobie, rukovodstvo, praktikum [Information and analytical systems. Fundamentals of design and application]. Moscow: Moskovskii gosudarstvennyi universitet ekonomiki, statistiki i informatiki, 2005, 111 p.

13. Zhang Z., Xie W.-J., Yang Y.I., Sun G., Gao Y.-Q. Simulation studies of the self-assembly of halogen-bonded sierpiński triangle fractals, *Wuli Huaxue Xuebao. Acta Physico, Chimica Sinica*, 2017, vol. 30, no. 3, pp. 539-547.

14. Kuklin A.A. Naslunga K.S. Metodologicheskie osobennosti otsenki sostoianiia regional'nogo biudzheta [Methodological peculiarities of regional budget assessment]. *Ekonomika regiona*, 2018, vol. 14, iss. 2, pp. 39-407. DOI: 10.17059/2018-2-5

15. Zhemchugov A.M., Zhemchugov M.K. Razrabotka effektivnoi strategii i struktury predpriiatiia: prakticheskaia poshagovaia metodika [Developing an effective enterprise strategy and structure]. *Problemy ekonomiki i menedzhmenta*, 2013, no. 6 (22), pp. 15-21.

16. Noskova N.Iu., Nuretdinov I.G., Bobylev A.S., Sorokina M.G. Razrabotka protsessa biudzhetrovaniia v sisteme finansovogo planirovaniia na predpriiatiakh aviastroitel'noi promyshlennosti [Development of a budgeting process in the financial planning system in the aircraft industry]. Ul'ianovsk: Ul'ianovskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet, 2013, 146 p.

17. Naumova N.Iu., Zharikova L.A. Biudzhetrovanie v deiatel'nosti predpriiatiia [Budgeting in business operations]. Tambov: Tambovskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet, 2009, 112 p.

18. Isaev D.V. Biudzhetrovanie s primeneniem informatsionnykh sistem [Budgeting using information systems]. *Upravlencheskii uchet*, 2008, no. 7, pp. 99-106.

19. Rodionov A.S., Isaev D.V. OLAP-sistema kak instrument sovremennogo ekonomista [OLAP as a tool for the modern economist]. *Finansovaia gazeta*, 2002, no. 44 (568), pp. 14-15.

20. Mabrok M.A., Ryan M.J. Category theory as a formal mathematical foundation for model-based systems engineering. *Appl. Math. Inform. Sci.*, 2017, vol. 11, no. 1, pp. 43-51.

21. Fedorov A.G. Elmanova N.Z. Vvedenie v OLAP-tehnologii Microsoft: prakticheskoe posobie [Introduction to Microsoft OLAP technologies]. Moscow: Dialog-MIFI, 2002, 268 p.

22. Kulikov G.G., Antonov V.V., Antonov D.V. Teoreticheskie i prikladnye aspekty postroeniia modeli informatsionnykh sistem [Introduction to Microsoft OLAP technologies]. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co.KG, Germany, 2011, 134 p.

23. Ladygin V.V. Biudzhetrovanie i kontrol' na predpriatii [Budgeting and control in the enterprise]. Editorial URSS, 2021, 536 p.

24. Kulikov G.G., Rechkalov A.V., Chernyahovskaya L.R., Nabatov A.N. Modelling method for production management information systems (For a machine-building plant). *IEE Conference Publication*, 1998, 457, pp. 240-243.

25. Khrutskii V.E., Sizova T.V., Gamaiunov V.V. Vnutrifirmennoe biudzhetrovanie [Intra-company budgeting]. Moscow: Finansy i statistika, 2005, 400 p.

### Сведения об авторах

**Куликов Геннадий Григорьевич** (Уфа, Российская Федерация) – доктор технических наук, профессор кафедры «Автоматизированные системы управления» Уфимского университета науки и технологий (450000, Уфа, ул. К. Маркса, 12, e-mail: gennadyg\_98@Yahoo.com).

**Антонов Вячеслав Викторович** (Уфа, Российская Федерация) – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Автоматизированные системы управления» Уфимского университета науки и технологий (450000, Уфа, ул. К. Маркса 12, e-mail: antonov.v@bashkortostan.ru).



**Баймурзина Лилия Ифтаронва** (Уфа, Российская Федерация) – старший преподаватель кафедры «Технологии производства летательных аппаратов» Уфимского университета науки и технологий (453300, Кумертау, ул. Горького, 22А, e-mail: lilabay@mail.ru).

**Кромина Людмила Александровна** (Уфа, Российская Федерация) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизированные системы управления» Уфимского университета науки и технологий (450000, Уфа, ул. К. Маркса, 12, e-mail: luyda-kr@yandex.ru).

**Родионова Людмила Евгеньевна** (Уфа, Российская Федерация) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизированные системы управления» Уфимского университета науки и технологий (450000, Уфа, ул. К. Маркса, 12, e-mail: lurik@mail.ru).

**Фахруллина Альмира Раисовна** (Уфа, Российская Федерация) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизированные системы управления» Уфимского университета науки и технологий (450000, Уфа, ул. К. Маркса, 12, e-mail: almirafax@mail.ru).

#### **About the authors**

**Gennady G. Kulikov** (Ufa, Russian Federation) – Doctor of Technical Sciences, Professor of the chair "Automated Control Systems" Ufa University of Science and Technology (450000, Ufa, 12, K. Marx str., e-mail: gennadyg\_98@Yahoo.com).

**Vyacheslav V. Antonov** (Ufa, Russian Federation) – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the chair "Automated Control Systems" Ufa University of Science and Technology (450000, Ufa, 12, K. Marx str., e-mail: antonov.v@bashkortostan.ru).

**Liliya I. Baimurzina** (Ufa, Russian Federation) – Senior Lecturer Department "Aircraft Manufacturing Technologies" Ufa University of Science and Technology (453300, Kumertau, 22A, Gorkogo str., e-mail: lilabay@mail.ru).

**Lyudmila A. Kromina** (Ufa, Russian Federation) – Ph. D. in Technical Sciences, Associate Professor at the chair "Automated Control Systems" Ufa University of Science and Technology (450000, Ufa, 12, K. Marx str., e-mail: luyda-kr@yandex.ru).

**Lyudmila E. Rodionova** (Ufa, Russian Federation) – Ph. D. in Technical Sciences, Associate Professor of the chair "Automated Control Systems" Ufa University of Science and Technology (450000, Ufa, 12, K. Marx str., e-mail: lu-rik@mail.ru).

**Almira R. Fakhrullina** (Ufa, Russian Federation) – Ph. D. in Technical Sciences, Associate Professor of the chair "Automated Control Systems" Ufa University of Science and Technology (450000, Ufa, 12, K. Marx str., e-mail: almira-fax@mail.ru).

Поступила: 14.03.2023. Одобрена: 04.04.2023 Принята к публикации: 01.09.2023.

**Финансирование.** Работа поддержана Министерством науки и высшего образования Российской Федерации в рамках базовой части государственного задания для высших учебных заведений #FEUE 2023-0007.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов (или иное, связанное с конфликтом интересов) по отношению к статье.

**Вклад авторов.** Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку статьи.

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:  
Формальная модель информационно-аналитической системы финансового учета на примере машиностроительного предприятия / Г.Г. Куликов, В.В. Антонов, Л.И. Баймурзина, Л.А. Кромина, Л.Е. Родионова, А.Р. Фахруллина // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2023. – № 46. – С. 133–150. DOI: 10.15593/2224-9397/2023.2.06

Please cite this article in English as:

Kulikov G.G., Antonov V.V., Baimurzina L.I., Kromina L.A., Rodionova L.E., Fakhrullina A.R. Formal model of the information-analytical system of financial accounting on the example of a machine-building enterprise. *Perm National Research Polytechnic University Bulletin. Electrotechnics, information technologies, control systems*, 2023, no. 46, pp. 133-150. DOI: 10.15593/2224-9397/2023.2.06