

**АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ  
AUTOMATION AND CONTROL**

УДК 658.56; 303.732

DOI: 10.18413/2518-1092-2026-11-1-0-2

Дмитриева Ю.В.

**ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА  
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СИСТЕМНО-ОБЪЕКТНОГО  
ГРАФИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ**Белгородский университет кооперации, экономики и права,  
ул. Садовая, 116а, г. Белгород, 308023, Россия*e-mail: uka506@mail.ru***Аннотация**

В процессе проведения диссертационного исследования автором разработан метод и алгоритм автоматизации графоаналитического моделирования организационно-деловых и производственно-технологических процессов. Предложенные метод и алгоритм используют специальную формально-семантическую нормативную систему системно-объектного подхода «Узел-Функция-Объект». В статье обосновывается целесообразность и возможность разработки программного инструментария, поддерживающего автоматизированную процедуру построения графических моделей процессов. Представлены UML-диаграммы проектирования оригинальных модулей, осуществляющих символичные вычисления для построения диаграмм декомпозиции контекста, определенного в терминах формально-семантической нормативной системы. В соответствии с диаграммой вариантов использования (прецедентов) проектируемый инструментарий будет автоматически осуществлять построение диаграммы декомпозиции контекстной диаграммы моделируемого процесса, заданной в терминах формально-семантической нормативной системы. В первую очередь вычисляются варианты интерфейсных подпроцессов, обеспечивающих функциональные связи контекста. Далее итерационным способом вычисляются варианты подпроцессов, поддерживающих интерфейсные подпроцессы. Предполагается также возможность задания ограничений на результаты декомпозиции и выбора подходящего варианта декомпозиции и, кроме того, возможность визуализации промежуточных и конечного результатов.

**Ключевые слова:** системно-объектный подход «Узел-Функция-Объект»; формально-семантическая нормативная система; автоматизация графического моделирования; UML-диаграммы проектирования программного инструментария

**Для цитирования:** Дмитриева Ю.В. Инструментальная поддержка автоматизированного системно-объектного графического моделирования процессов // Научный результат. Информационные технологии. – Т.11, №1, 2026. – С. 12-19. DOI: 10.18413/2518-1092-2026-11-1-0-2

Dmitrieva Yu. V.

**TOOL SUPPORT FOR AUTOMATED SYSTEM-OBJECT  
GRAPHIC MODELING OF PROCESSES**Belgorod University of Cooperation, Economics and Law,  
116a Sadovaya St., Belgorod, 308023, Russia*e-mail: uka506@mail.ru***Abstract**

In the course of conducting this dissertation research, the author developed a method and algorithm for automating the graphic-analytical modeling of organizational, business, and production-technological processes. The proposed method and algorithm utilize a special formal-semantic

normative system of the "Unit-Function-Object" system-object approach. The article substantiates the feasibility and feasibility of developing software tools that support the automated procedure for constructing graphical process models. UML diagrams are presented for the design of original modules that perform symbolic calculations for constructing context decomposition diagrams defined in terms of a formal-semantic normative system. In accordance with the use case diagram, the designed toolkit will automatically construct a context decomposition diagram for the modeled process, defined in terms of a formal-semantic normative system. First, the variants of interface subprocesses that provide functional context relationships are calculated. Then, using an iterative method, the variants of subprocesses that support the interface subprocesses are calculated. It is also assumed that it will be possible to set restrictions on the decomposition results and select a suitable decomposition option, and, in addition, the ability to visualize intermediate and final results.

**Keywords:** system-object approach "Unit-Function-Object"; formal-semantic normative system; automation of graphical modeling; UML diagrams for designing software tools

**For citation:** Dmitrieva Yu.V. Tool Support for Automated System-Object Graphic Modeling of Processes // Research result. Information technologies. – Т.11, №1, 2026. – P. 12-19. DOI: 10.18413/2518-1092-2026-11-1-0-2

## **ВВЕДЕНИЕ**

Исследования методов и средств графоаналитического моделирования деловых и производственных процессов показали наличие у них ряда проблем, обусловленных влиянием человеческого фактора, снижающих адекватность моделей и качество функционально-стоимостного анализа и регламентации бизнес-процессов [1-3]. Эти исследования выявили также возможность снижения влияния этих проблем и возможность автоматизации графического моделирования процессов путём обеспечения его содержательной поддержки за счет формализации средствами системно-объектного подхода [4].

Для реализации такой возможности разработан формально-семантический алфавит процессов (функциональных узлов – ФУ), правила соединения элементов алфавита и их содержательная интерпретация, которые формально описаны в работах [4-6] алгебраическими средствами теории паттернов Гренандера [7, 8] Полученная при этом формально-семантическая нормативная система (ФСНС) системно-объектного графического моделирования позволила предложить метод и алгоритм автоматизированного построения графических моделей процессов [9]. Сама ФСНС представлена в виде таблицы алфавитных ФУ, строки которой определяют входы ФУ (V, VE, VI, VEI, E, EV, EI, EVI, I, IV, IE, IVE), а столбцы такие же выходы, где V – связь/поток вещества, E – связь/поток энергии, I – связь/поток информации, а также таблиц правил присоединения ФУ, строки которых определяют выходы ФУ, а столбцы входы, с которыми могут быть соединены выходы.

Обеспечение автоматизации графического моделирования на практике предполагает использование соответствующего программного инструментария, основным моментом проектирования которого и посвящена данная работа.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВАРИАНТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ГРАФИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

В соответствии с алгоритмом метода автоматизации графического моделирования процессов, который представлен в работах [6, 9], можно предложить следующую UML-диаграмму вариантов использования (прецедентов) проектируемого инструментария. Данный инструментарий будет автоматически осуществлять построение диаграммы декомпозиции контекстной диаграммы моделируемого процесса, заданной в терминах ФСНС. При этом, в первую очередь, вычисляются варианты интерфейсных ФУ (подпроцессов), обеспечивающих функциональные связи контекста. Далее итерационным способом вычисляются варианты ФУ, поддерживающих интерфейсные ФУ. Пользователь должен иметь возможность задания ограничений на результаты декомпозиции и выбора подходящего варианта декомпозиции. Кроме того, предполагается возможность визуализации промежуточных и конечного результатов (см. рис. 1).



Рис. 1. UML-диаграмма вариантов использования инструментария автоматизирующего построения графических моделей с использованием ФНС  
Fig. 1. Use case diagram of tools for automated construction of graphical models using the FSNS

Для прецедентов, выполняемых автоматически, разработаны в соответствии с требованиями UML описания «поток событий» в виде UML-диаграмм активности (см. рис. 2 и 3).

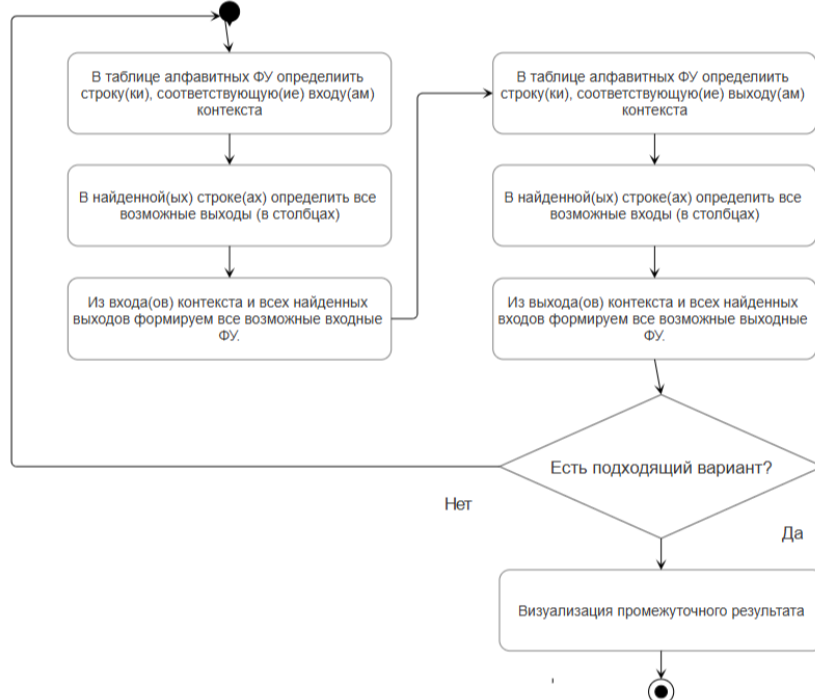


Рис. 2. UML-диаграмма активности прецедента «Вычисление интерфейсных ФУ»  
Fig. 2. Activity diagram of the use case “Calculation of interface functional units”

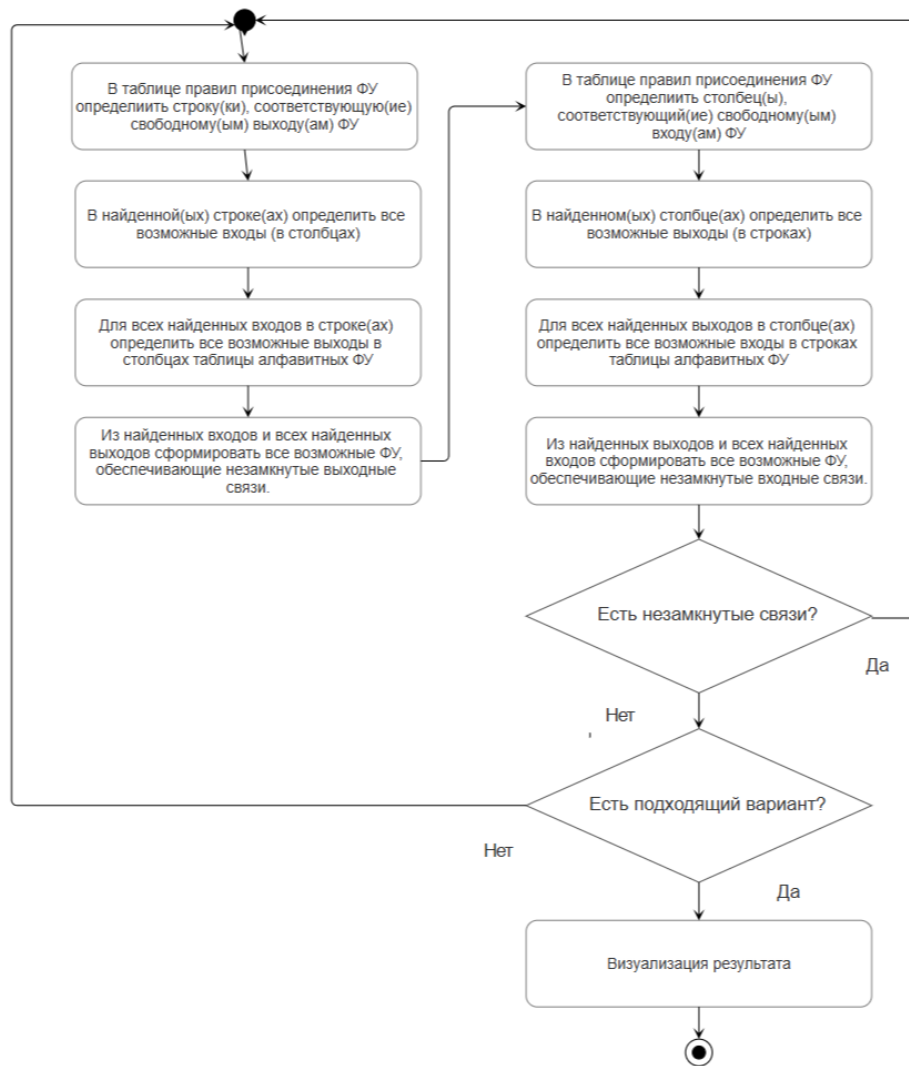


Рис. 3. UML-диаграмма активностей прецедента «Вычисление ФУ, поддерживающих интерфейсные ФУ»

Fig. 3. Activity diagram of the use case “Calculating of functional units supporting interface functional units”

В соответствии со стандартной технологией проектирования ПО с помощью UML представленные диаграммы должны быть использованы для формулирования описания классов сущностей, решающих поставленные в диаграмме прецедентов задачи, а экземпляры этих классов должны быть использованы для разработки диаграмм взаимодействия объектов, которые и являются основой для кодирования и реализации ПО. При этом, задача определения классов и, соответственно, объектов не имеет в рамках UML никакой методической или более-менее формализованной поддержки. До сих пор это является творческим процессом, полностью зависящим от мнения, опыта и квалификации проектировщика.

Названные обстоятельства обусловлены, в первую очередь, тем, что прецеденты описываются в виде «потока событий» (независимо от способа представления этого документа) как последовательность некоторых действий без указания поступающих в них и получаемых ими в результате ресурсов. Однако, существующие в реальной действительности входы и выходы прецедента могут быть учтены путем использования, предложенного в работе [10] способа эмулирования UML-прецедентов с помощью моделей системно-объектного подхода «Узел-Функция-Объект» (УФО-подхода), которые позволяют уточнить документ «поток событий» и упростить разработку диаграмм взаимодействия объектов.

Прецеденты «Вычисление интерфейсных ФУ» и «Вычисление ФУ, поддерживающих интерфейсные ФУ» представлены как процессы с учетом входов и выходов в виде УФО-диаграмм на рисунках 4 и 5.

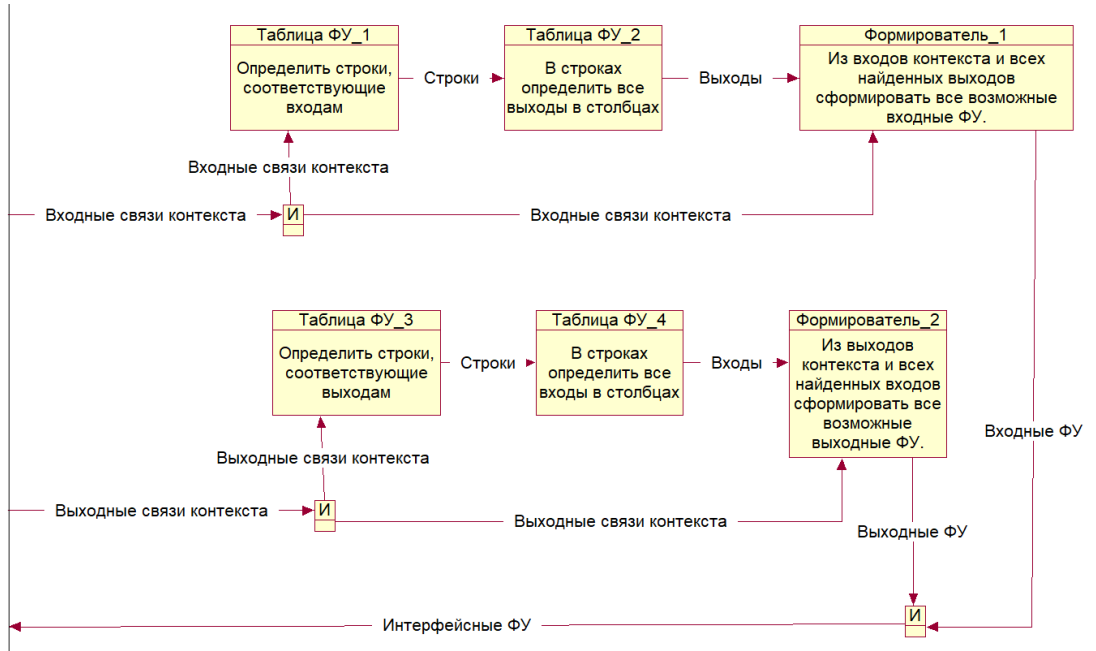


Рис. 4. УФО-диаграмма процесса «Вычисление интерфейсных ФУ»  
Fig. 4. UFO diagram of the process “Calculation of interface functional units”

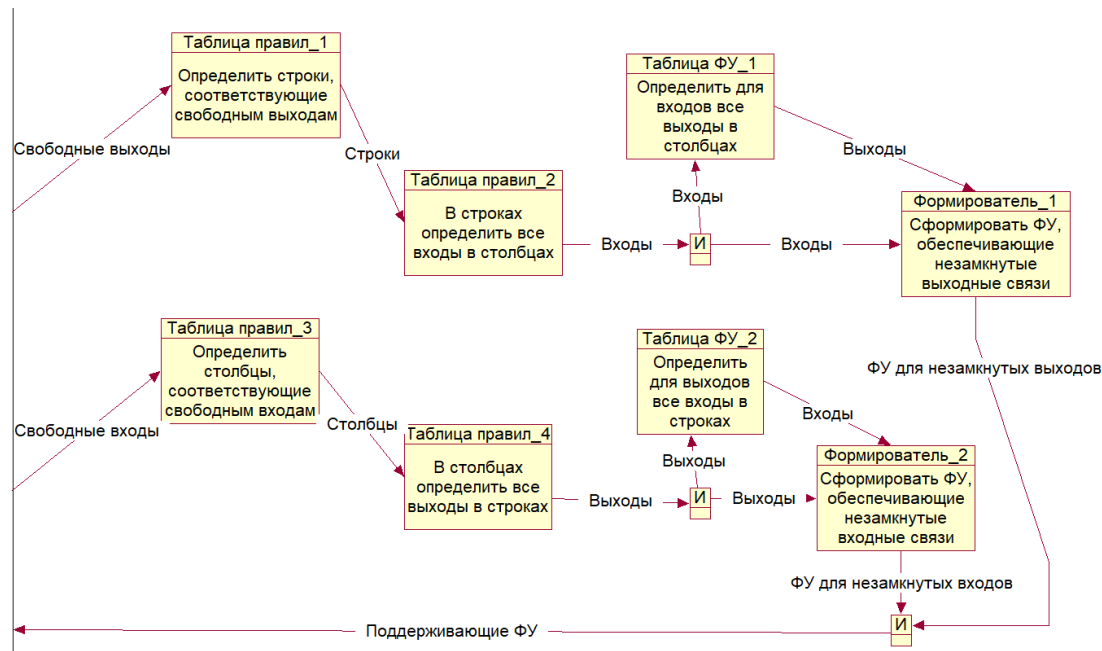


Рис. 5. УФО-диаграмма процесса «Вычисление ФУ, поддерживающих интерфейсные ФУ»  
Fig. 5. UFO diagram of the process “Calculation of functional units supporting interface functional units”

Полученные диаграммы позволяют сформулировать для прецедента «Вычисление интерфейсных ФУ» два класса сущностей, участвующих в решении задачи: класс «Таблица ФУ» и класс «Формирователь». Для прецедента «Вычисление ФУ, поддерживающих интерфейсные ФУ» – три класса: «Таблица правил», «Таблица ФУ» и «Формирователь».

**ДИАГРАММЫ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПО**

В соответствии с UFO диаграммами на рисунках 4 и 5 для прецедента «Вычисление интерфейсных ФУ» класс «Таблица ФУ» имеет 4-ре экземпляра (Таблица ФУ\_1, ..., Таблица ФУ\_4), класс «Формирователь» – 2 экземпляра (Формирователь\_1 и Формирователь\_2). Для прецедента «Вычисление ФУ, поддерживающих интерфейсные ФУ» класс «Таблица правил» имеет 4-ре экземпляра (Таблица правил\_1, ..., Таблица правил\_4), класс «Таблица ФУ» – 2 экземпляра, класс «Формирователь» – 2 экземпляра.

Следовательно, UML-диаграммы взаимодействия объектов (последовательности) будут выглядеть как представлено ниже на рисунках 6 и 7.

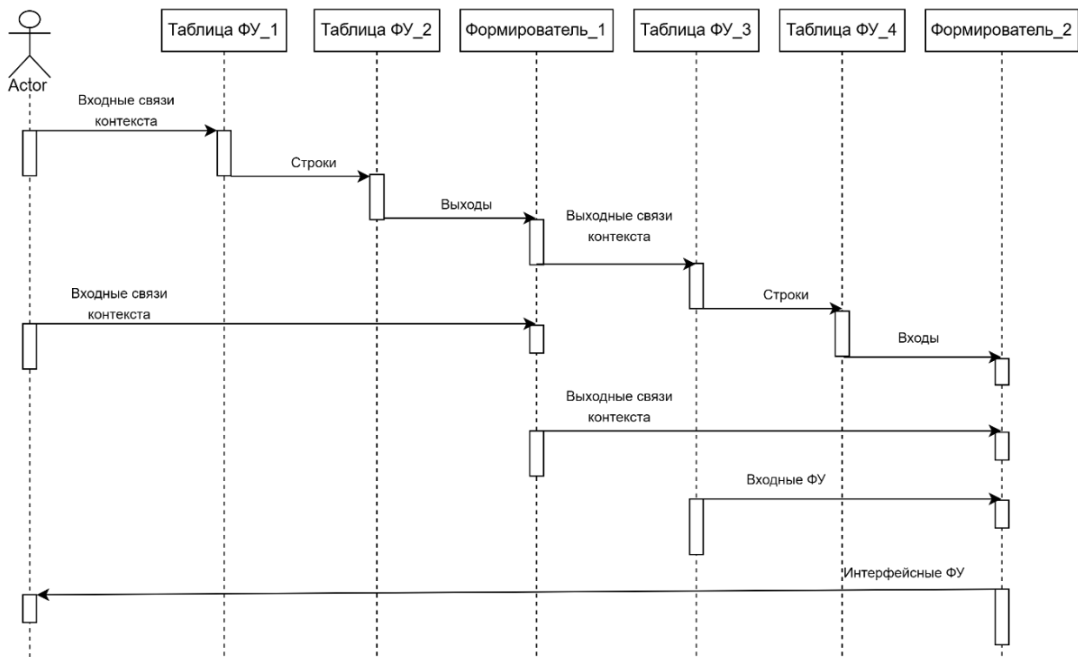


Рис. 6. UML-диаграмма «Вычисление интерфейсных ФУ»  
Fig. 6. UML diagram “Calculation of interface functional units”

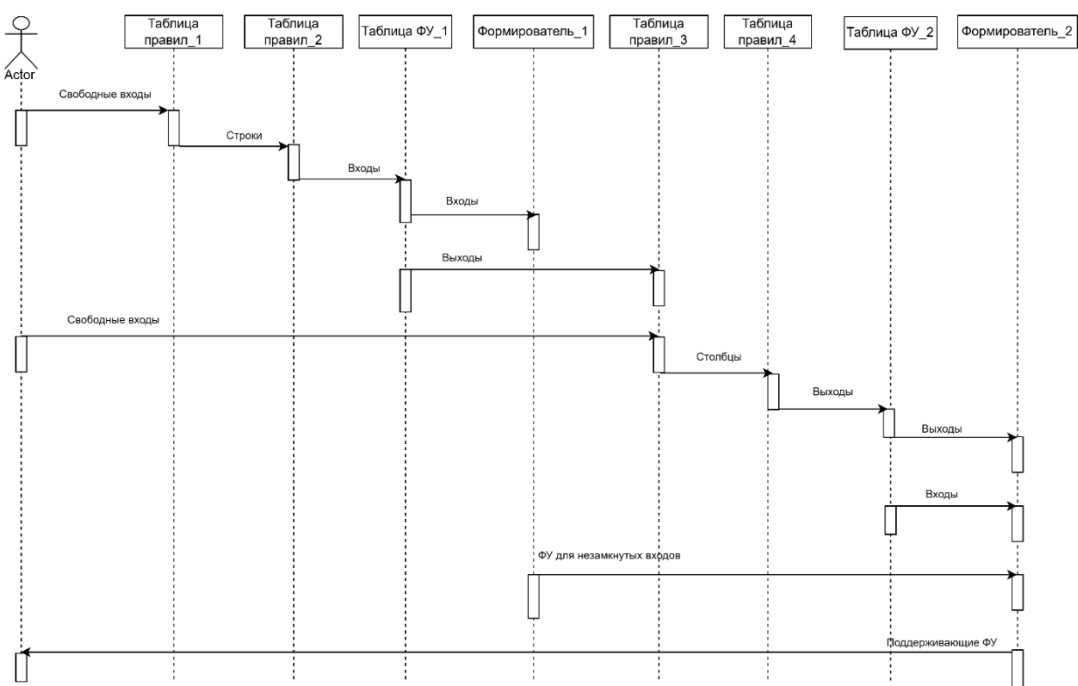


Рис. 7. UML-диаграмма «Вычисление ФУ, поддерживающих интерфейсные ФУ»  
Fig. 7. UML diagram “Calculation of functional units supporting interface functional units”

Представленные диаграммы взаимодействия объектов необходимы для реализации проектируемого программного инструментария, так как содержат основную информацию необходимую для процедуры кодирования программного продукта.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Описанные выше этапы проектирования программного инструментария, автоматизирующего построение графических моделей процессов, показывают целесообразность и возможность создания такого инструментария. Оригинальные модули, осуществляющие символьные вычисления для построения диаграмм декомпозиции, должны быть дополнены модулями, обеспечивающими интерфейс с пользователем для задания ограничений и выбора нужного варианта, а также модулями визуализации графических моделей. При этом последние два вида модулей могут быть созданы на основе известных стандартных алгоритмов.

Кроме создания нового программного инструментария для частичной автоматизации процедуры декомпозиции процессов можно использовать известный CASE-инструментарий «UFO-toolkit» (<http://ufo-toolkit.ru/>), обеспечивающий графическое моделирование процессов и систем, путем его небольшой доработки. Эта доработка сводится к следующим шагам:

1. Откорректировать классификацию потоков связей. Оставить три категории: вещество, энергию и информацию.
2. Обеспечить возможность создания новых УФО-элементов только соответствующих алфавитным ФУ.
3. К УФО-элементу как алфавитному ФУ разрешить подключать потоки связей, только соответствующие классам (категориям) входов и выходов ФУ.
4. Потоки связей на входе и выходе ФУ одного класса (категории) должны принадлежать к разным более конкретным классам в данной категории.

Так как для создания полноценного инструментария автоматизации графического моделирования требуются значительные трудовые, временные и финансовые ресурсы в настоящее время проводятся работы по адаптации «UFO-toolkit» к использованию ФСНС в соответствии с приведенным выше планом доработки.

### **Список литературы**

1. Дмитриева Ю.В., Жихарев А.Г., Маторин С.И. Проблемы графоаналитического моделирования процессов, обусловленные человеческим фактором // Материалы X Всероссийской научно-технической конференции «Информационные технологии в науке, образовании и производстве» (ИТНОП-2025). 5-6 июня 2025 г., г. Орел. – С. 190-194.
2. Дружинин Г.В. Человек в моделях технологий. – Часть I: Свойства человека в технологических системах. М.: МИИТ, 1996. – 124 с.
3. Соловьев А.В. Моделирование влияния человеческого фактора на функционирование информационных систем // Труды Института системного анализа Российской академии наук, 2021. – Т. 71. – № 1. – С. 34-43.
4. Маторин С.И., Песоцкий С.А., Жихарев А.Г., Дмитриева Ю.В. Усовершенствованный алфавит для графоаналитического моделирования процессов с использованием системно-объектного анализа // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2024. – № 2. – С. 62-75.
5. Маторин С.И., Жихарев А.Г., Дмитриева Ю.В. Информационное моделирование бизнес-процессов с использованием формально-семантического алфавита // Научно-техническая информация. Сер.2. – 2025. – №1. – С. 16-20
6. Маторин С.И., Дмитриева Ю.В., Жихарев А.Г. Свойства усовершенствованного алфавита нотации «Узел-Функция-Объект» для графоаналитического моделирования бизнес-процессов // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2025. – №3. – С. 32-41.
7. Гренандер У. Лекции по теории образов. 1 Синтез образов. / Пер с англ. М.: Мир, 1979.
8. Гренандер У. Лекции по теории образов. 2 Анализ образов. / Пер с англ. М.: Мир, 1981.
9. Дмитриева Ю.В., Жихарев А.Г. Автоматизация системно-объектного графического моделирования процессов // Экономика. Информатика. 2026. – 53(1): 164–178.

10. Зимовец О.А., Малкуш Е.В., Маторин С.И., Жихарев А.Г. Сравнение нормативной системы UML с нормативной системой UFO-подхода // Экономика. Информатика. – 2025. – 52(1): 168–180.

### References

1. Dmitrieva Yu.V., Zhikharev A.G., Matorin S.I. Problems of graphoanalytical modeling of processes caused by the human factor // Proceedings of the X All-Russian Scientific and Technical Conference "Information Technologies in Science, Education and Production" (ITNOP-2025). June 5-6, 2025, Orel. – Pp. 190-194.
2. Druzhinin G.V. Humans in Technological Models. Part I: Human Properties in Technological Systems. Moscow: МИТ, 1996. – 124 p.
3. Soloviev A.V. Modeling the Impact of the Human Factor on the Functioning of Information Systems // Proceedings of the Institute for Systems Analysis of the Russian Academy of Sciences, – 2021. – Vol. 71. – No. 1. – Pp. 34-43.
4. Matorin S.I., Pesotsky S.A., Zhikharev A.G., Dmitrieva Yu.V. Improved alphabet for graphoanalytical modeling of processes using system-object analysis // Artificial intelligence and decision-making. – 2024. – No. 2. – Pp. 62-75.
5. Matorin S.I., Zhikharev A.G., Dmitrieva Yu.V. Information Modeling of Business Processes Using a Formal-Semantic Alphabet // Scientific and Technical Information. Ser.2. – 2025. – No.1. – Pp. 16-20
6. Matorin S.I., Dmitrieva Yu.V., Zhikharev A.G. Properties of the Improved Node-Function-Object Notation Alphabet for Graph-Analytical Modeling of Business Processes // Artificial Intelligence and Decision-Making. – 2025. – No. 3. – Pp. 32-41.
7. Grenander U. Lectures on the theory of images. 1 Synthesis of images. / Translated from English. – М.: Mir, 1979.
8. Grenander U. Lectures on the theory of images. 2 Analysis of images. / Translated from English. – М.: Mir, 1981.
9. Dmitrieva Yu.V., Zhikharev A.G. Automation of system-object graphical modeling of processes. // Economics. Information technologies. – 2026. 53(1): 164–178.
10. Zimovets O.A., Malkush E.V., Matorin S.I., Zhikharev A.G. Comparison of the UML normative system with the UFO-approach normative system // Economics. Information technologies. – 2025. – 52(1): 168–180.

**Дмитриева Юлия Викторовна**, старший преподаватель кафедры информационных систем и технологий, Белгородский университет кооперации, экономики и права, г. Белгород, Россия

**Dmitrieva Yulia Viktorovna**, Senior Lecturer, Department of Information Systems and Technologies, Belgorod University of Cooperation, Economics and Law, Belgorod, Russia