



УДК 004.94;303.732

DOI 10.52575/2687-0932-2025-52-1-168-180

Сравнение нормативной системы UML с нормативной системой УФО-подхода

¹ Зимовец О.А., ² Малкуш Е.В., ² Маторин С.И., ² Жихарев А.Г.

¹ ООО «Научно-производственное объединение «Технологии надежности»»

Россия, г. Белгород, ул. Королева, 2А

² Белгородский государственный национальный исследовательский университет,

Россия, г. Белгород, ул. Победы, 85

ozimovets@mail.ru, malkush@bsuedu.ru, matorin@bsuedu.ru, zhikharev@bsuedu.ru

Аннотация. В работе сравниваются нормативные системы UML и системно-объектного подхода «Узел-Функция-Объект» (УФО-подхода), реализующие графоаналитические методы моделирования и используемые для описания деловых, технологических процессов и информационных (программных) систем. Рассмотрено соответствие сущностей UML УФО-элементам, а также возможность эмулировать UML-диаграммы средствами УФО-подхода. Показано, что использование УФО-подхода позволяет усовершенствовать UML-диаграммы путем учета в рамках объектной парадигмы системного (процессного) подхода. Приведены примеры эмуляции UML-диаграммы вариантов использования (прецедентов) с помощью УФО-диаграммы для модели делового процесса и программной системы. Описана возможность системного обоснования выбора классов для объектного моделирования и создания документа «поток событий», а также диаграммы взаимодействия объектов. Полученные результаты позволяют разработать библиотеки и алгоритмы преобразования UML-моделей в модели УФО-подхода.

Ключевые слова: системно-объектный подход «Узел-Функция-Объект», УФО-подход, UML, графоаналитические модели процессов

Для цитирования: Зимовец О.А., Малкуш Е.В., Маторин С.И., Жихарев А.Г. 2025. Сравнение нормативной системы UML с нормативной системой УФО-подхода. *Экономика. Информатика*, 52(1): 168–180. DOI 10.52575/2687-0932-2025-52-1-168-180

Comparison of the UML Normative System with the Normative System of UFO-approach

¹ Olga A. Zimovets, ² Elena V. Malkush, ² Sergey I. Matorin, ² Aleksandr G. Zhikharev

¹ Scientific and Production Association "Reliability Technologies"

2A Korolev St, Belgorod 308033, Russia

² Belgorod State National Research University, 85 Pobedy St, Belgorod 308015, Russia

ozimovets@mail.ru, malkush@bsuedu.ru, matorin@bsuedu.ru, zhikharev@bsuedu.ru

Abstract. The paper compares the normative systems of UML and the system-object approach "Unit-Function-Object" (UFO-approach), implementing graphic-analytical methods of modeling and used to describe business, technological processes and information (software) systems. The correspondence of UML-entities to UFO-elements, as well as the possibility of emulating UML-diagrams by means of the UFO-approach are considered. The study shows that the use of the UFO-approach allows improving UML-diagrams by taking into account the system (process) approach within the object paradigm. The article provides examples of emulation of a UML-diagram of use cases (precedents) using a UFO-diagram for a business process model and a software system. The authors describe the possibility of systemic justification of the choice of classes for object modeling and creation of a "flow of events" document, as well as an

© Зимовец О.А., Малкуш Е.В., Маторин С.И., Жихарев А.Г., 2025

object interaction diagram. The obtained results will allow developing libraries and algorithms for converting UML-models into UFO-approach models.

Keywords: system-object approach "Unit-Function-Object", UFO approach, UML, graphic-analytical models of processes

For citations: Zimovets O.A., Malkush E.V., Matorin S.I., Zhikharev A.G. 2025. Comparison of the UML Normative System with the Normative System of UFO-approach. *Economics. Information technologies*, 52(1): 168–180 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2025-52-1-168-180

Введение

Средства графоаналитического моделирования (нотации, языки и т. д.), используемые для проектирования, анализа и реинжиниринга бизнес-процессов, организационных и программных систем, описываются как нормативные системы. Такие системы определяются (задаются) наборами графических символов и правилами построения из этих символов различных конструкций (диаграмм). Примерами нормативных систем графоаналитического моделирования являются нотации DFD, IDEF0, IDEF1, IDEF3, BPMN, семейство нотаций ARIS, а также UML.

Разнообразие нотаций моделирования, с одной стороны, обеспечивает аналитиков и разработчиков множеством возможностей для моделирования и анализа различных систем, но, с другой стороны, создает проблему выбора подходящей нотации, а также проблему перехода с одной нотации на другую, возникающую при изменении нотации моделирования, что обусловлено изменением целей моделирования, квалификации аналитиков и уточнением особенностей предметной области [Матвеев и др.]. Данное обстоятельство обеспечивает актуальность исследований и разработки универсальной нотации, обеспечивающей трансформацию одной нотации в другую без потери содержания.

Создание универсальной нотации, по мнению авторов, возможно исходя из следующих фактов. Каждый символ нормативной системы графоаналитического моделирования в рамках диаграммы, в которой он используется, связан с другими символами, т. е. является частью структуры этой диаграммы и, таким образом, представляет собой перекресток связей (узел). При этом графический символ в данном узле имеет в диаграмме определенную роль (функцию), а также может иметь характеристики объекта, выполняющего данную функцию. Следовательно, любой символ любой нормативной системы графоаналитического моделирования может быть описан как элемент «Узел-Функция-Объект» (УФО-элемент), т. е. средствами системно-объектного подхода.

В предыдущем выпуске данного журнала авторами были представлены результаты сравнительного анализа символов нормативных систем DFD, IDEF0, IDEF3, EPC и BPMN с символами нормативной системы системно-объектного подхода, которые показали их полное соответствие и возможность, таким образом, эмулировать диаграммы перечисленных выше нормативных систем с помощью УФО-элементов.

В данной статье авторами представлены результаты сравнительного исследования нормативной системы УФО-подхода с нормативной системой UML.

Нормативная система системно-объектного подхода (УФО-подхода)

Для понимания рассматриваемого в данной статье подхода и результатов необходимо обратить внимание на основные понятия системно-объектного подхода, кратко представленные ниже.

Система в рамках системно-объектного подхода описывается как элемент «Узел-Функция-Объект» (УФО-элемент) [Теория систем ...], где:



1. **узел** – **структурный элемент** надсистемы в виде перекрестка связей (потоков передаваемых элементов) системы с другими системами в этой надсистеме;

2. **функция** – **функциональный элемент**, выполняющий определенную роль для поддержания надсистемы путем балансирования данного узла (преобразования входных потоков в выходные);

3. **объект** – **субстанциальный элемент**, реализующий данную функцию в виде некоторого материального образования, обладающего конструктивными, эксплуатационными и т. д. характеристиками.

Связи, как потоки элементов, классифицируются по содержанию на «Материальные связи» и «Информационные связи» и далее на категории: «Вещественные связи (V)», «Энергетические связи (E)» и «Связи по данным (D)», «Связи по управлению (C)».

Узел системы, по сути, описывает *внешнюю детерминанту системы* [Мельников], представляющую собой функциональный запрос надсистемы на систему с определенной функцией (обуславливание функции системы функцией надсистемы); **функция** системы является *внутренней детерминантой системы* [Мельников], определяющей функциональные требования к ее подсистемам; а **объект** представляет саму систему, выполняющую функцию под влиянием функционального запроса, заданного узлом.

Графоаналитическая нотация моделирования, основанная на системно-объектном подходе (УФО-подходе), также представляет собой нормативную систему, определения элементов алфавита которой, а также правила манипулирования алфавитными символами и операции с ними приведены, например, в работе [Теория систем ...].

Сравнение символов нормативной системы УФО-подхода с UML

Основными символами UML [Спецификация ...], обозначающими структурные сущности, являются символы *класса* и *экземпляра (объекта)*. При этом класс обозначает совокупность объектов с общими атрибутами и операциями, а экземпляр – конкретную реализацию класса или объект. Таким образом, класс и экземпляр обладают структурными, функциональными и объектными характеристиками. Следовательно, в рамках УФО-подхода УФО-элемент, у которого определены структурные характеристики и функциональные, соответствует классу объектов, УФО-элемент, у которого определены еще и объектные характеристики, соответствует экземпляру. Объектные характеристики могут быть определены с разной степенью общности (абстрактности). Поэтому в зависимости от общности объектных характеристик УФО-элемент, определенный до уровня объекта, может рассматриваться и как класс, и как экземпляр.

К символам, обозначающим структурные сущности, относится также символ *интерфейса*, который определяет спецификации операций (сигнатуры), но не их реализацию, т. е. описывает видимое извне поведения элемента. Таким образом, интерфейс описывает входы и выходы некоторого процесса. Следовательно, УФО-элемент, у которого определены структурные характеристики (входные и выходные связи), соответствует интерфейсу.

Символ *прецедент/вариант использования* также обозначает структурную сущность, описывающую последовательности выполняемых системой действий, в результате которых образуется наблюдаемый результат, значимый для какого-нибудь определенного *актера*. Таким образом, прецедент, по сути дела, представляет собой функцию, реализуемую некоторой системой. Следовательно, УФО-элемент, у которого определены структурные характеристики и функциональные, соответствует прецеденту.

Особым видом структурной сущности, используемой вместе с прецедентом, является *актор*. Этот символ обозначает внешнюю по отношению к моделируемой системе сущность. Ему можно поставить в соответствие УФО-элемент, определенный или только структурно, или до уровня функции, или до уровня объекта в зависимости от решаемой задачи и целей моделирования.

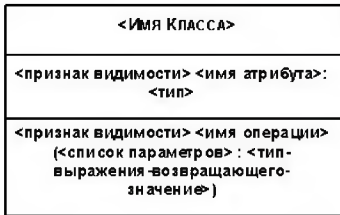
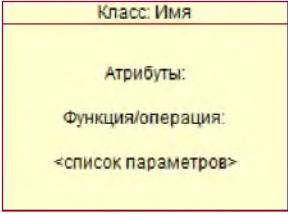
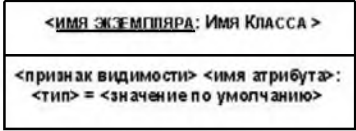
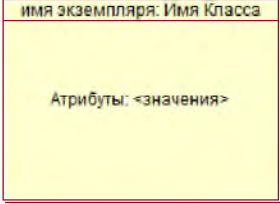
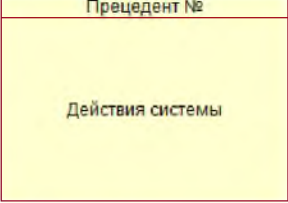
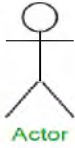
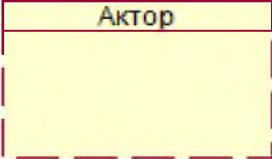
Символ поведенческой сущности *активность* обозначает алгоритм поведения, определяющий последовательность процессов, осуществляемых объектом или происходящих с объектом. Таким образом, активность, как и прецедент, по сути дела, представляет собой функцию, реализуемую некоторой системой. Следовательно, УФО-элемент, у которого определены структурные характеристики и функциональные, соответствует активности.

Символ поведенческой сущности *взаимодействие* обозначает обмен сообщениями между объектами (или операцией) для достижения определенной цели. Таким образом, взаимодействие – это передача информации от одного объекта к другому. Следовательно, в рамках нормативной системы УФО-подхода взаимодействию соответствует связь/поток информации (по данным или по управлению).

Результаты сравнения символов нормативных систем УФО-подхода и UML представлены в табл. 1.

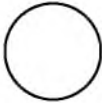
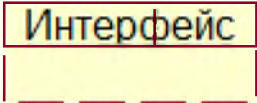
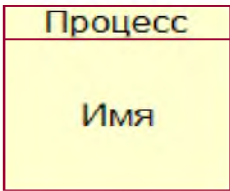
Таблица 1
Table 1

Соответствие элементов нормативных систем UML и УФО-подхода
Compliance of elements of normative systems based on UML and UFO-approach

Элементы нормативной системы UML	Элементы нормативной системы УФО-подхода	Название элемента и комментарий
1	2	3
 Класс (Class)		Классу UML соответствует УФО-элемент с именем класса, у которого определены характеристики 1 и 2 (атрибуты и параметры функционирования)
 Экземпляр (Instance)		Экземпляру UML соответствует УФО-элемент с именем экземпляра, у которого определены и описаны все три характеристики (значения атрибутов)
 Прецедент / Вариант использования (Use case)		Прецеденту UML соответствует УФО-элемент, названный прецедентом, у которого определены характеристики 1 и 2
 Актор		Актору UML соответствует УФО-элемент, названный актором, у которого определена только первая характеристика



Окончание табл. 1
End of table 1

1	2	3
 Интерфейс (Interface)		Интерфейсу UML соответствует УФО-элемент, названный интерфейсом, у которого определена только первая характеристика
 Активность (Activity)		Активности UML соответствует УФО-элемент, названный процессом, у которого определены характеристики 1 и 2
 Взаимодействие (Interaction)		Взаимодействию UML соответствует информационная связь (по данным и управлению) нормативной системы УФО-подхода

Эмуляция UML-диаграмм средствами УФО-подхода

С появлением объектно-ориентированного подхода (ООП) в программировании возникла проблема на этапе анализа деятельности, для которой разрабатывается ПО. Даная проблема заключается в том, что средства системно-структурного (процессного) анализа, успешно используемые при традиционном алгоритмическом подходе, в рамках ООП оказались малоэффективными, что показано, например, в работе [Иордан]. В связи с этим апологетами ООП было предложено использовать UML не только по прямому назначению, как средства моделирования ПО, но и для моделирования организационных систем, бизнеса. Методология такого использования представлена, например, в работе [Ойхман, Попов]. Данная методология сводится к построению средствами ООП двух моделей – *внешней* и *внутренней*.

Внешняя модель – прецедент-модель (П-модель) описывает бизнес и его окружение, предприятие в целом и его внешний мир (сегмент рынка), а также процессы, которые удовлетворяют интересы клиентов и интересы вне предприятия. Процессы моделируются при помощи UML-диаграммы *прецедентов (вариантов использования)*, а окружение моделируется при помощи так называемых действующих лиц или *субъектов (акторов)*.

Внутренняя модель – объект-модель (О-модель) описывает, как строится каждый бизнес-процесс предприятия из различных рабочих задач (внутренних процессов) и какие ресурсы он использует. Внутренняя модель использует объекты, соответствующие рабочим задачам, и объекты, соответствующие предметам бизнеса, например, продукцию. О-модель представляет собой UML-диаграммы *классов* и *взаимодействия объектов*.

Если прецеденты выражают, что бизнес должен делать, то внутренняя модель описывает, как бизнес работает. Таким образом, П-модель – есть «что модель», а О-модель – «как модель».

На рис. 1 представлен фрагмент реально использованной при проектировании ресторанного бизнеса П-модели деятельности ресторана.

На данном примере видно, что UML как средство моделирования бизнеса малоэффективно. Это обусловлено тем, что бизнес, направленный на удовлетворение потребностей клиента, всегда представляет собой и поток работ (процессов), и поток ресурсов. Т. е. из любой бизнес-модели должно быть, в частности, понятно, что получает клиент и из каких ресурсов это делается. Такая возможность в UML не предусмотрена в связи с его первоначальным предназначением. В связи с этим, собственно, объектно-ориентированным сообществом и была предложена низкоуровневая нотация BPMN, которая, по сути дела, является гибридом нескольких нотаций, и, на самом деле, не использует ни системный, ни объектный подходы.

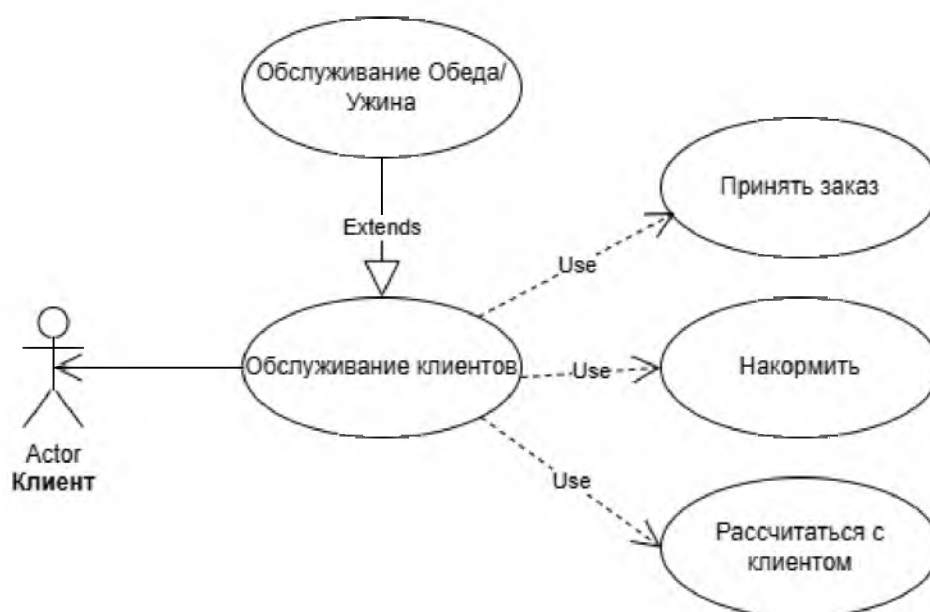


Рис. 1. Фрагмент П-модели деятельности ресторана (UML-диаграмма прецедентов)
Fig. 1. Fragment of the P-model of restaurant activities (UML-use case diagram)

П-модель не работает сама по себе. Для ее использования к каждому прецеденту должен быть привязан документ «*поток событий*». В этом документе необходимо описывать входные данные из внешнего мира; процессы, которые он производит над исходными данными; потребляемые ресурсы, и выход (результат). Однако надо иметь в виду, что данный документ не имеет отношения к самому UML, а является средством компенсации отсутствия в UML системного (в том числе процессного) подхода.

Описание потока событий представляет собой плавный переход к О-модели и, в первую очередь, к иерархии классов объектов (сущностей), участвующих в выполнении процессов, предусмотренных прецедентами. Однако в настоящее время задача выделения классов и объектов не имеет законченного формального решения. «Подходящее множество объектов для конкретной области приложения обеспечивает повторное применение системы и возможности ее расширения, а также гарантирует качество и продуктивность потенциальных улучшений, присущих объектно-ориентированной парадигме. ... Без формальных методов определения объектов разработчики программного обеспечения рискуют остаться просто хакерами на объектном уровне» [Иордан, с. 23]. При этом в литературе по ООП отмечается, что «к сожалению, пока не разработаны строгие методы классификации и нет правила, позволяющего выделять классы и объекты. ... Как и во многих технических дисциплинах, выбор классов является компромиссным решением» [Буч, с. 147]. Существующие методики на сегодняшний день предлагают эвристические правила идентификации классов и объектов, основанные на опыте классификации в других

науках. При этом разные авторы, например, [Буч, Шлеер, Ross, Coad] предлагают различные наборы базовых классов для объектного моделирования и проектирования.

Наличие разных вариантов и отсутствие каких-либо обоснований этих вариантов свидетельствует о том, что на сегодняшний день системные методы классифицирования, позволяющие обоснованно выделять классы и объекты, в объектно-ориентированной технологии пока еще не применяются. Таким образом, переход к О-модели от П-модели (к диаграмме классов от диаграммы прецедентов) является творческим процессом, выполняющимся в стиле «я художник, я так вижу», что не может не влиять на качество моделей.

Конечным результатом неформального творческого процесса определения классов является *диаграмма взаимодействия экземпляров* этих классов (объектов), вариант которой для прецедента «Обслуживание Обеда/Ужина» представлен на рис. 2. На данном рисунке в объектах после двоеточия указаны имена классов.

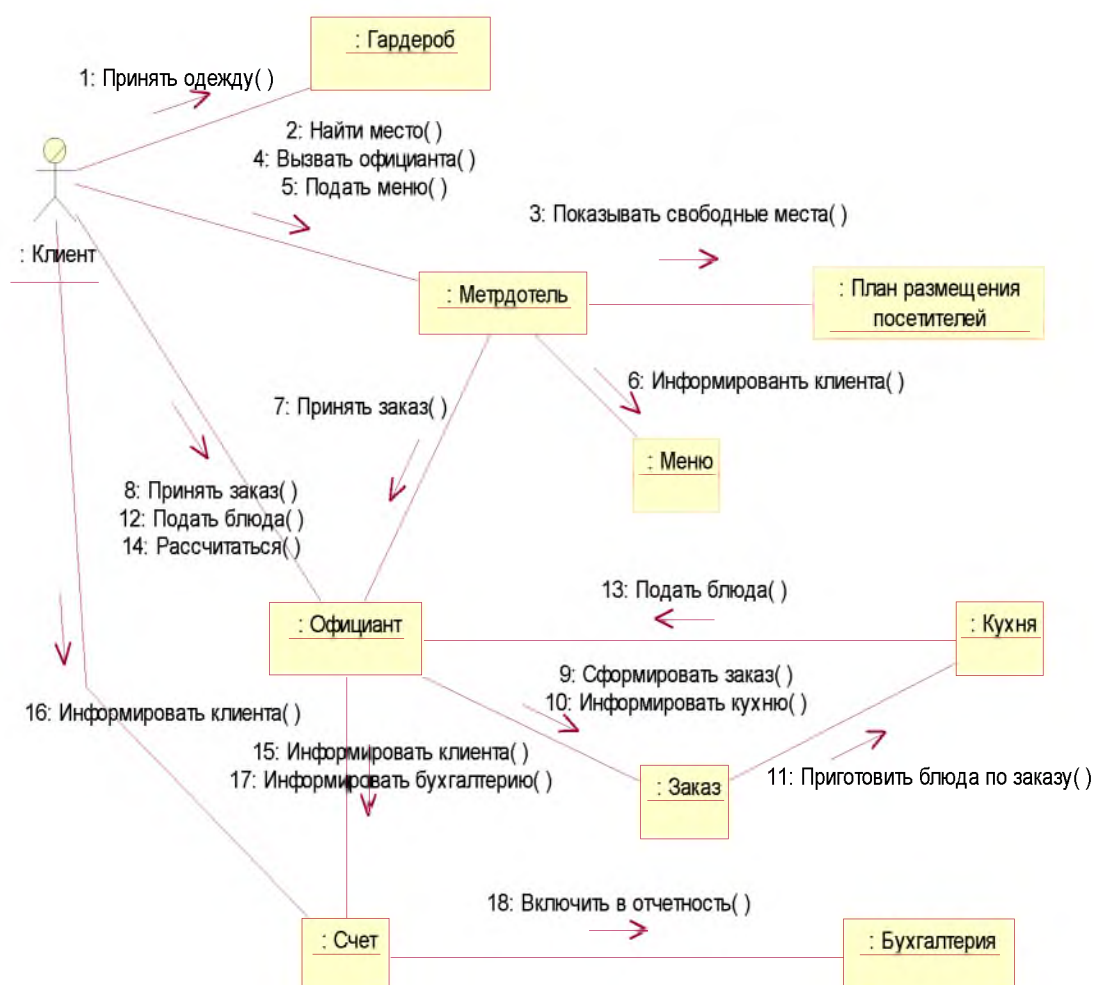


Рис. 2. UML-диаграмма взаимодействия объектов (кооперации) для прецедента «Обслуживание Обеда/Ужина» как часть О-модели деятельности ресторана
 Fig. 2. UML-diagram of object interaction (cooperation) for the “Lunch/Dinner Service” use case as part of the O-model of restaurant activities

В соответствии с информацией, представленной в табл. 1, можно изобразить диаграмму прецедентов на рис. 1 с помощью УФО-элементов (УФО-прецедентов). Однако это приведет просто к замене овальных значков UML на прямоугольные значки УФО-подхода, что не добавит нам никакой информации. Но, если мы воспользуемся всеми возможностями УФО-подхода, то сможем добавить на диаграмму прецедентов дополнительную информацию. Рассмотрим, каким образом это может быть сделано.

Главная проблемы диаграммы прецедентов UML, в частности, при моделировании организаций (бизнеса), заключается в том, что сама по себе она не учитывает, что требуется клиенту и из чего это можно получить, утверждается только факт того, что клиента надо обслужить. Таким образом, диаграмме прецедентов, по сути дела, не хватает системного (системно-структурного, процессного) подхода, который учитывает не только последовательности процессов, но и потоки ресурсов. В связи с этим авторы предлагают уточнить УФО-диаграмму прецедентов, в первую очередь, путем учета функциональных связей прецедента (процесса) «Обслуживание Обеда/Ужина», как показано на рис. 3.

Преимущество данной диаграммы по сравнению с диаграммой на рис. 1 состоит в том, что она отражает ресурсы, используемые для удовлетворения клиента, и результаты, которые клиент получает. Кроме того, УФО-диаграмма прецедента может быть декомпозирована как показано на рис. 4.

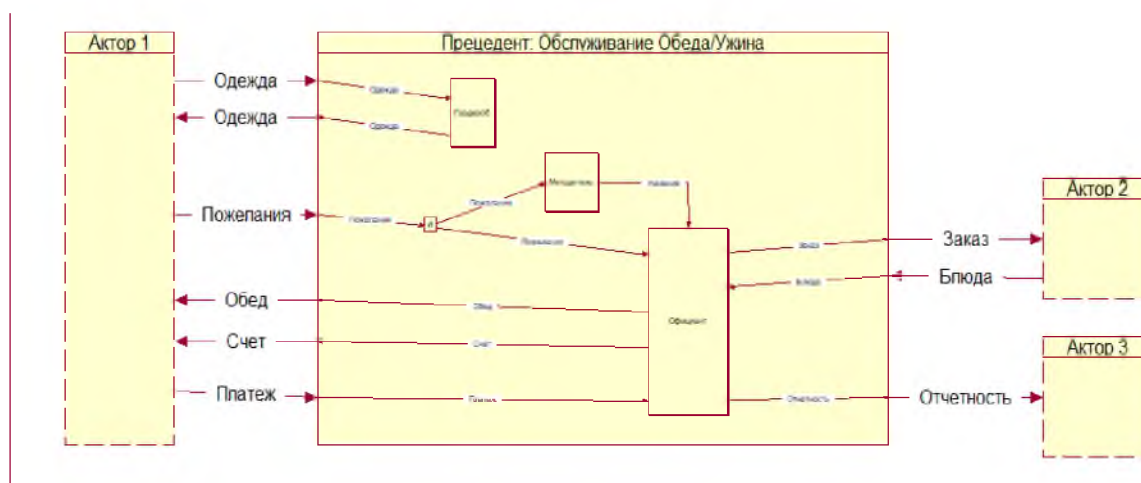


Рис. 3. УФО-диаграмма прецедента «Обслуживание Обеда/Ужина»

Fig. 3. UFO-diagram of the “Lunch/Dinner Service” use case

Представленная диаграмма на рисунке 4 полностью соответствует требованиям, предъявляемым к документу «поток событий». Она описывает входные данные из внешнего мира; процессы, которые необходимо произвести над исходными данными; потребляемые ресурсы; выход (результат), который процесс отправит во внешний мир. Таким образом, учет с помощью УФО-подхода системного подхода при построении диаграммы прецедентов позволяет не создавать для прецедента документ «поток событий». Тем более, что процессы в УФО-диаграмме декомпозиции прецедента также могут быть декомпозированы до любого требуемого уровня подробности.

Кроме того, диаграмма на рис. 4 содержит, по сути дела, ту же информацию, что и диаграмма взаимодействия объектов на рис. 2. При этом нам не понадобилось предварительно определять классы, экземпляры которых мы будем использовать. Мы сразу определили объекты (экземпляры), используя функциональные связи прецедента и интерфейсную декомпозицию, предложенную в работе [Зимовец, Маторин]. Таким образом, мы определили и классы, но не путем предложения их разработчиком на основе опыта, а на основе формализованной процедуры системной декомпозиции.

Рассмотрим далее возможность эмулярования UML-диаграмм средствами УФО-подхода при моделировании информационных систем, т. е. при использовании UML по прямому назначению для моделирования ПО. На рис. 5 представлена диаграмма прецедентов, реально использовавшаяся при проектировании терминальной системы розничной торговли.

В результате анализа деятельности в сфере розничной торговли авторами данного проекта был предложен следующий набор классов для прецедента «Продать товар»: Каталог товаров; Товар; Элемент продажи; Платеж и Продажа. В итоге была разработана диаграмма взаимодействия объектов для данного прецедента, представленная на рис. 6.

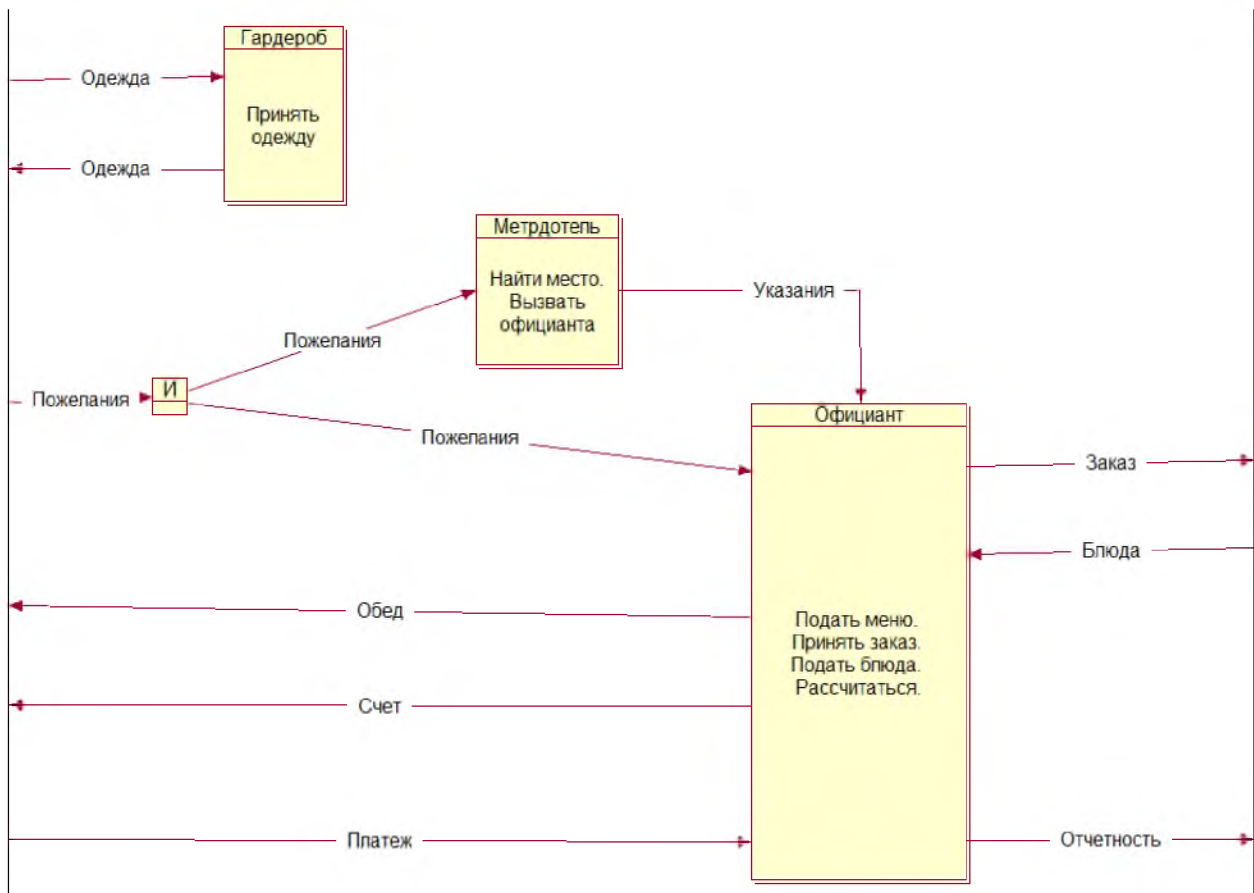


Рис. 4. УФО-диаграмма декомпозиции для прецедента «Обслуживание Обеда/Ужина»
Fig. 4. UFO-decomposition diagram for the “Lunch/Dinner Service” use case

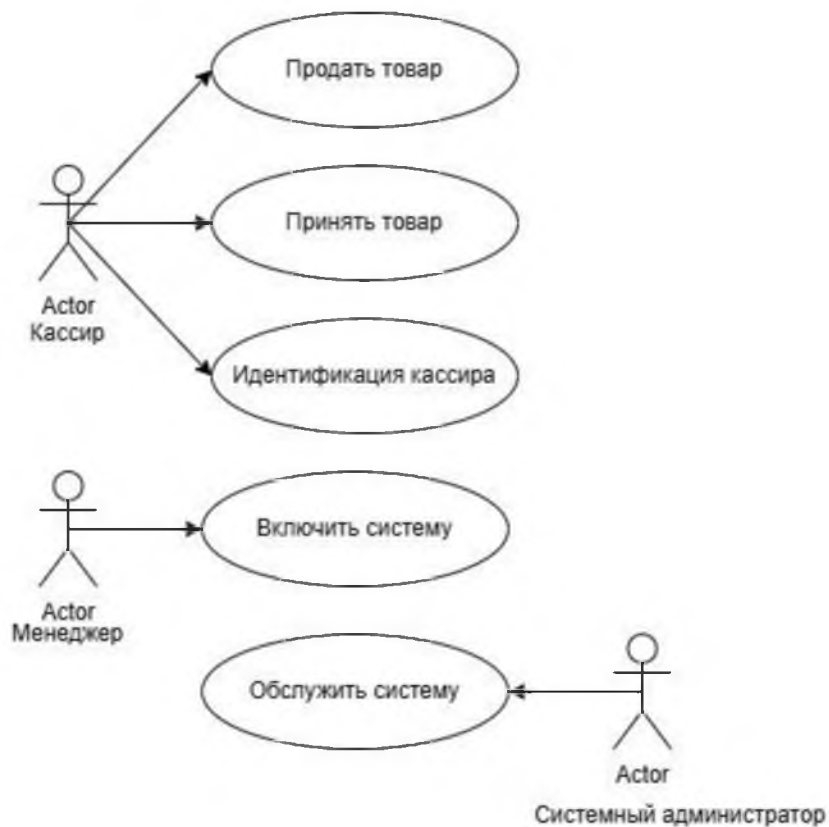


Рис. 5. UML-диаграмма прецедентов терминальной системы розничной торговли
Fig. 5. UML-diagram of use cases of a retail terminal system

UML-диаграмму на рис. 5 можно представить, аналогично рассмотренному выше примеру, в виде УФО-диаграммы прецедентов с учетом функциональных связей (см. рис. 7). При этом, естественно, придется учесть дополнительные внешние сущности (акторы), в большей степени отражающие реальные взаимодействия разрабатываемой системы.



Рис. 6. UML-диаграмма взаимодействия объектов для прецедента «Продать товар»
Fig. 6. UML-diagram of object interaction for the “Sell a product” use case

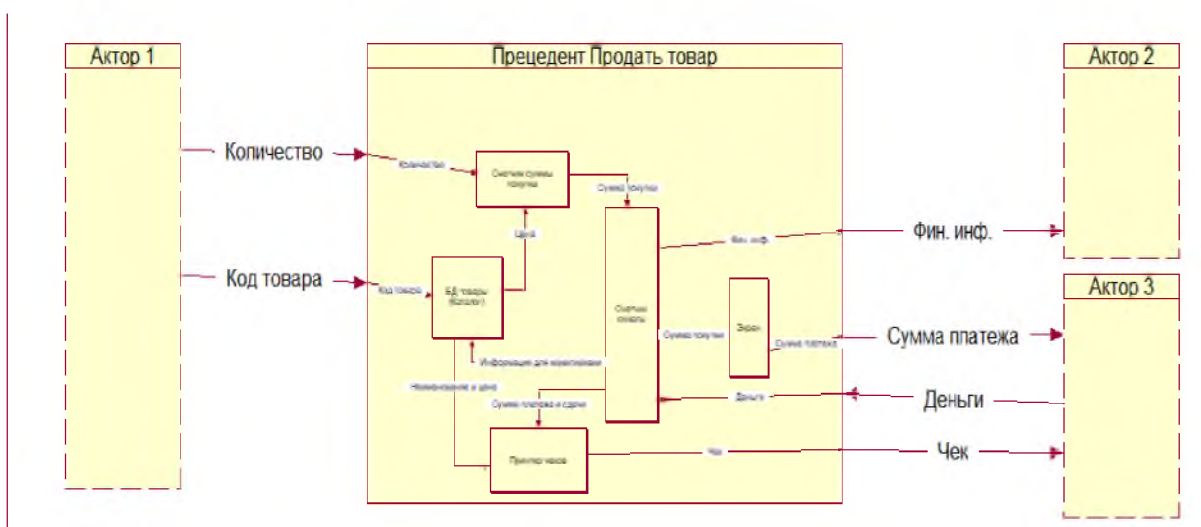


Рис. 7. УФО-диаграмма прецедента «Продать товар»
Fig. 7. UFO-diagram of the “Sell a product” use case

Системная интерфейсная декомпозиция УФО-прецедента на основании функциональных связей позволяет получить, как и в предыдущем примере, и документ «поток событий», и диаграмму взаимодействия объектов, представленные на рис. 8.

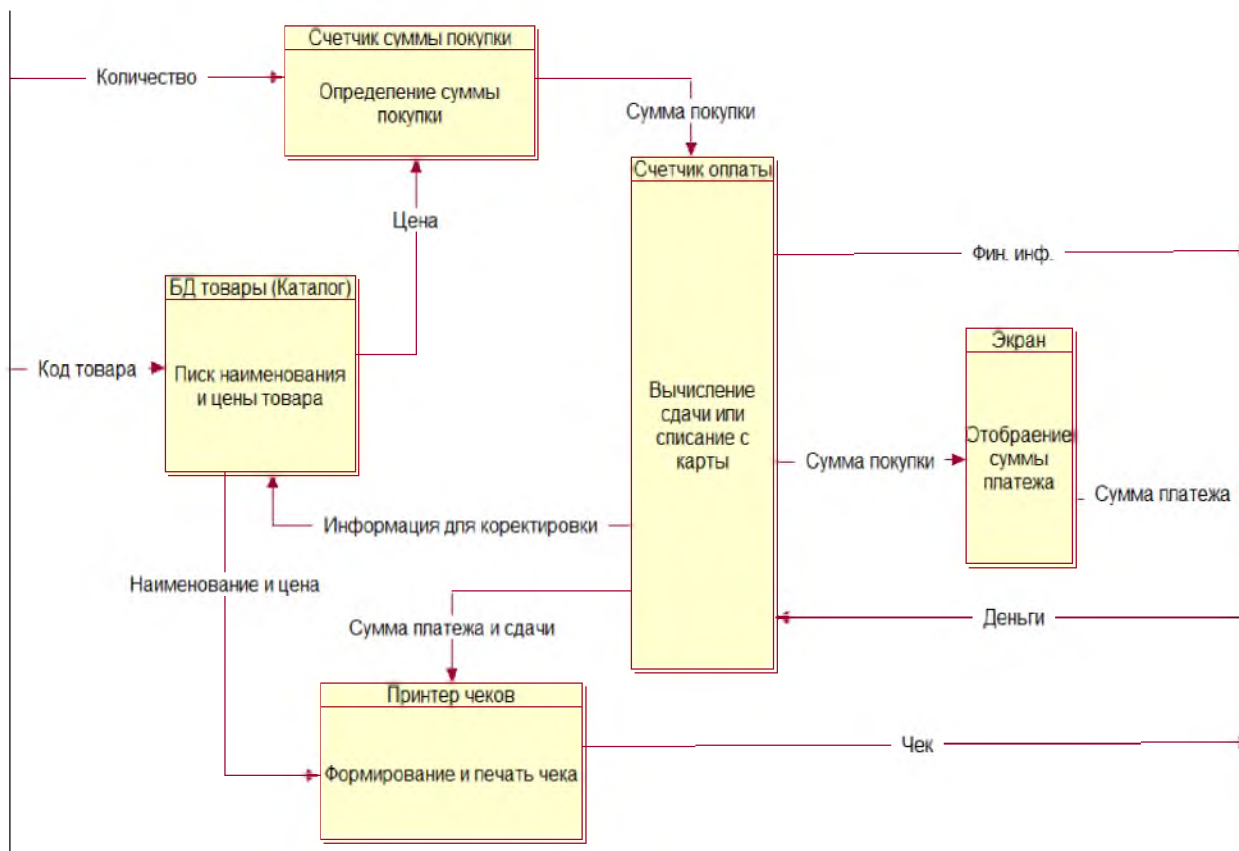


Рис. 8. УФО-диаграмма декомпозиции для прецедента «Продать товар»

Fig. 8. UFO-decomposition diagram for the “Sell a product” use case

Как и в предыдущем примере, получаются другие классы, но обеспечивающие тот же функционал. При этом классы, получаемые в результате декомпозиции УФО-прецедента, не просто предложены разработчиком, а обоснованы процедурой получения объектов, обеспечивающих функциональную способность прецедента.

Заключение

Представленные результаты позволяют сделать следующие выводы.

Во-первых, таблица соответствия элементов UML и УФО-элементов показывает возможность преобразования UML-диаграмм в диаграммы УФО-подхода.

Во-вторых, замена элементов UML на УФО-элементы позволяет не просто изменить вид диаграммы, а усовершенствовать ее за счет добавления дополнительной информации, обеспечивающей большее соответствие моделируемому объекту. Например, эмулируя UML-диаграмму прецедентов с помощью УФО-подхода и уточняя ее, мы получаем и документ «поток событий», и диаграмму взаимодействия объектов как результат процедуры системной декомпозиции УФО-диаграммы прецедента, что значительно экономит время разработки модели организации.

Полученные результаты позволяют разработать метод и алгоритм преобразования графоаналитических UML-моделей в универсальную нотацию УФО-подхода. При этом получаемые УФО-модели объединяют и системный, и объектный подходы.

Список литературы

- Буч Г. 1999. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на C++, 2-е изд. Пер. с англ. М.: «Издательство Бином», СПб.: «Невский диалект», 560 с.
- Зимовец О.А., Маторин С.И. 2012. Моделирование административных процедур с использованием системного подхода «Узел-Функция-Объект». *Научные ведомости БелГУ. Серия: История. Политология. Экономика. Информатика*. 1(120): 166–172.
- Йордан Э., Аргила К. 1999. Структурные модели в объектно-ориентированном анализе и проектировании. М.: «ЛОРИ», 264 с.
- Матвеев А.С., Руденко А.Ю., Прочухан В.В. 2016. Разработка рекомендаций перехода от нотации моделирования бизнес-процессов IDEF0 к нотации BPMN. *Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса*. 3(36): 176–182.
- Мельников Г.П. 1978. Системология и языковые аспекты кибернетики. М.: Сов. радио, 368 с.
- Ойхман Е.Г., Попов Э.В. 1997. Реинжиниринг бизнеса. М.: Финансы и статистика, 336 с.
- Спецификация унифицированного языка моделирования версии 2.5.1. URL: <http://www.omg.org/spec/UML>
- Теория систем и системный анализ: учебник. 2021. А.Г. Жихарев, О.А. Зимовец, М.Ф. Тубольцев, А.А. Кондратенко; под ред. С.И. Маторина. М.: КНОРУС, 456 с.
- Шлеер С., Меллор С. 1993. Объектно-ориентированный анализ: моделирование мира в состояниях. Пер. с англ. К.: Диалектика, 240 с.
- Coad P., Yourdon E 1990. Object-Oriented Analysis. Englewood Cliffs. New Jersey: Prentice-Hall. 249 p.
- Ross R. 1987. Entity Modeling: Techniques and Application. Boston, MA: Database Research Group. 218 p.

References

- Buch G. 1999. Ob'yektno-oriyentirovannyy analiz i proyektirovaniye s primerami prilozheniy na S++ [Object-Oriented Analysis and Design with Examples of C++], 2-ye izd. Per. s angl. M.: "Izdatel'stvo Binom", SPb.: "Nevskiy dialect", 560 p.
- Zimovets O.A., Matorin S.I. 2012. Modeling of administrative procedures with based on system approach "Unit-Function-Object". *Belgorod State University Scientific Bulletin. Series: History. Political science. Economics. Information technologies*, 1(120): 166–172 (in Russian).
- Yordan E., Argila K. 1999. Strukturnyye modeli v ob'yektno-oriyentirovannom analize i proyektirovanii [Structural models in object-oriented analysis and design]. Moskva: "LORI", 264 p.
- Matveev A.S., Rudenko A.YU., Prochuhan V.V. 2016. Razrabotka rekomendatsiy perekhoda ot notatsii modelirovaniya biznes-processov IDEF0 k notatsii BPMN [Development of recommendations for the transition from IDEF0 business process modeling notation to BPMN notation]. *Biznes. Obrazovanie. Pravo. Vestnik Volgogradskogo instituta biznesa* [Business. Education. Right. Bulletin of the Volgograd Institute of Business]. 3(36): 176–182.
- Mel'nikov G.P. 1978. Sistemologiya i yazykovye aspekty kibernetiki [Systemology and linguistic aspects of cybernetics]. Moskva: Sov. radio, 368 p.
- Oykhman Ye.G., Popov E.V. 1997. Reinzhiniring biznesa [Business Reengineering] Moskva: Financy i statistika, 336 p.
- Spetsifikatsiya unifitsirovannogo yazyka modelirovaniya versii 2.5.1. [Unified Modeling Language Specification Version 2.5.1.] URL: <http://www.omg.org/spec/UML>
- Teoriya sistem i sistemnyj analiz: uchebnik [Systems Theory and System Analysis: textbook]. 2021. S.I. Matorin, A.G. ZHiharev, O.A. Zimovec, M.F. Tubol'cev, A.A. Kondratenko edited by S.I. Matorina. M.: KNORUS, 456 p.
- Shleyer S., Mellor S. 1993. Ob'yektno-oriyentirovannyy analiz: modelirovaniye mira v sostoyaniyakh [Object-oriented analysis: modeling the world in states]. Per. s angl. K.: Dialektika, 240 p.
- Coad P., Yourdon E 1990. Object-Oriented Analysis. Englewood Cliffs. New Jersey: Prentice-Hall. 249 p.
- Ross R. 1987. Entity Modeling: Techniques and Application. Boston, MA: Database Research Group. 218 p.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.



Поступила в редакцию 06.01.2025

Поступила после рецензирования 21.02.2025

Принята к публикации 04.03.2025

Received January 06, 2025

Revised February 21, 2025

Accepted March 04, 2025

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Зимовец Ольга Анатольевна, кандидат технических наук, старший бизнес-аналитик ООО «Научно-производственное объединение “Технологии надежности”» г. Белгород, Россия

Малкуш Елена Викторовна, аспирант кафедры информационных и робототехнических систем, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Маторин Сергей Игоревич, доктор технических наук, профессор кафедры информационных и робототехнических систем, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Жихарев Александр Геннадиевич, доктор технических наук, доцент, директор института инженерных и цифровых технологий, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Olga A. Zimovets, Candidate of Technical Sciences, Senior Business Analyst, Scientific and Production Association “Reliability Technologies”, Belgorod, Russia

Elena V. Malkush, Postgraduate Student of the Department of Information and Robotic Systems, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Sergey I. Matorin, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Information and Robotic Systems, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Aleksandr G. Zhikharev, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Director of the Institute of Engineering and Digital Technologies, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia