



# СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ

---

УДК 001.57; 658.818; 681.3

## ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ДИАГРАММ В НОТАЦИЯХ DFD, IDEF0 И BPMN С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМНО-ОБЪЕКТНЫХ МОДЕЛЕЙ «УЗЕЛ-ФУНКЦИЯ-ОБЪЕКТ»

**О.А. ЗИМОВЕЦ**  
**С.И. МАТОРИН**

*Белгородский государственный  
национальный исследовательский  
университет*

*e-mail: ozimovets@bsu.edu.ru*  
*e-mail: matorin@bsu.edu.ru*

В статье рассмотрены способы представления диаграмм в нотациях DFD, IDEF0 и BPMN с помощью моделей в терминах «Узел-функция-объект». Проанализированы недостатки BPMN-диаграмм.

Ключевые слова: системно-объектные модели «Узел-функция-объект», DFD-диаграммы, IDEF0-диаграммы, BPMN-диаграммы.

---

В настоящее время актуальной является задача создания единых теоретических основ представления организационных знаний и управления ими за счет интеграции и универсализации существующих способов представления таких знаний на единой основе. Для решения данной задачи предлагается способ преобразования знаний, представляемых в настоящее время в виде DFD-моделей, моделей в стандартах серии IDEF, а также моделей в стандарте BPMN к единому виду на основе системно-объектных моделей в терминах «Узел-функция-объект» (УФО-моделей). Формализация данного единого универсального системного способа представления знаний позволит создать соответствующие алгоритмы и инструментальных средства на базе оригинального пакета «UFO-toolkit» для обработки знаний различного типа единообразным способом и с помощью единого формального аппарата.

### ***Представление DFD-диаграммы с помощью УФО-модели***

Для обеспечения такого представления используем соответствие между графическими элементами DFD-нотации и УФО-моделей показанное в табл. 1.



Таблица 1

Соответствие элементов DFD и УФО

Описание элемента	Графические элементы DFD в нотации Гейна-Сарсона	Элементы УФО-модели
Поток данных Используется для моделирования передачи информации (или даже физических компонент) из одной части системы в другую.	«ИМЯ» →	Имя
Процесс Используется для моделирования процесса преобразования входного потока в выходной.	«ИМЯ» «номер»	Номер Имя
Хранилище (накопитель) данных Используется для моделирования данных (или даже физических компонент), которые будут сохраняться между процессами.	«ИМЯ»	Хранилище Имя
Внешняя сущность (терминатор) Используется для моделирования сущностей вне системы (контекстных сущностей), являющихся источником или приемником системных данных.	«ИМЯ»	Имя

Рассмотрим пример модели в нотации DFD (см. рис. 1 и 2).



Рис. 1. Пример контекстной диаграммы в нотации DFD.

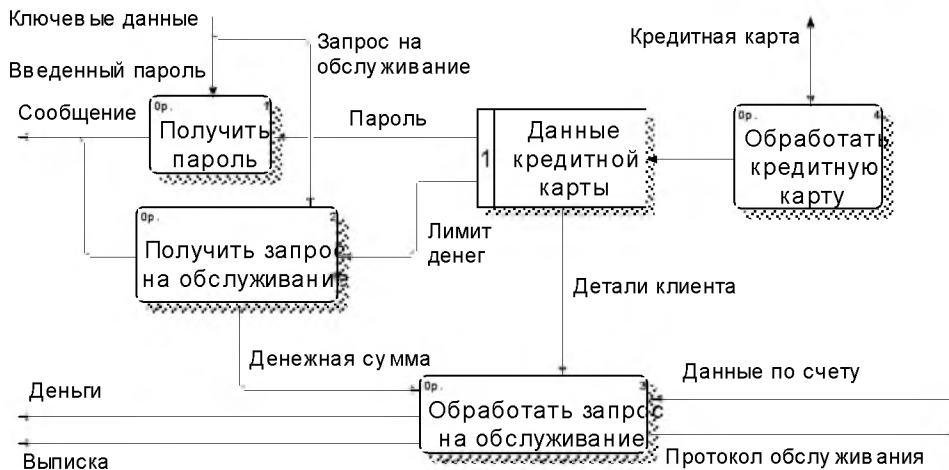


Рис. 2. Пример диаграммы декомпозиции в нотации DFD

Преобразуем представленные на рис. 1 и 2 DFD-диаграммы в УФО-модели, используя соответствия между графическими элементами, показанные в табл. 1. Результаты представлены на рис. 3 и 4 соответственно. В результате выполненного преобразования можно утверждать, что УФО-модель будет соответствовать DFD-диаграмме если в ней:

- для всех УФО-элементов определены функции;
- для контекстных УФО-элементов определены еще и объекты;
- выделен специфический УФО-элемент, представляющий собой функциональный узел для отображения какого-либо хранилища;
- введены служебные УФО-элементы, определенные только на уровне узлов, для обеспечения соединения и разветвления потоков.

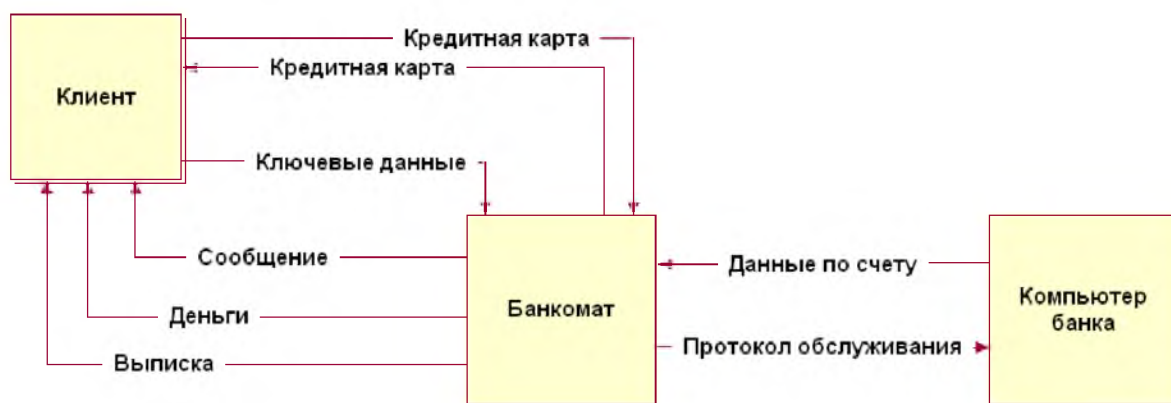


Рис. 3. Диаграмма на рис.1 в виде модели «Узел – функция – объект»

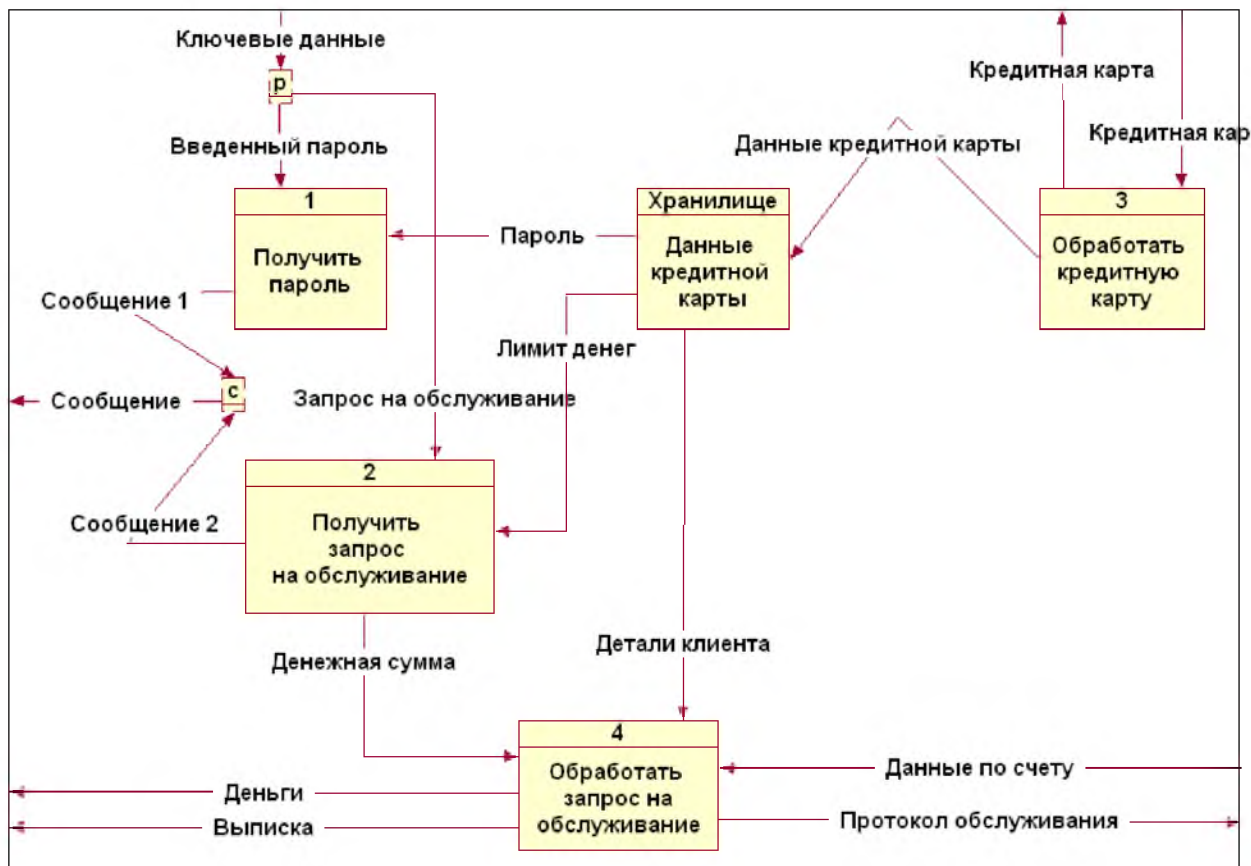


Рис. 4. Диаграмма на рис.2 в виде модели «Узел – функция – объект»

В литературе отмечаются следующие недостатки DFD-диаграмм.

1) Не поддерживают объектно-ориентированного проектирования.  
2) Требуют проведения специального сквозного контроля диаграмм одного или разных типов, т.е. соответственно вертикального и горизонтального балансирования диаграмм, для выявления весьма вероятных ошибок.

3) Обеспечивают удобное описание функционирования компонент системы, но не снабжают аналитика средствами описания деталей этих компонент, а именно, какая информация преобразуется процессами и как она преобразуется.

4) Ориентированы на системных аналитиков и программистов и не учитывают особенности восприятия менеджерами своей предметной области.

5) Не соответствуют требованию «лишения разработчика той части творческих возможностей, которые ведут к разнообразию представления организационных моделей». Данное требование связано с тем, что инструментарий моделирования должен быть средством поддержки принятия решений, а не художественного творчества.

6) Приспособлены для хорошо специфицированных и стандартизованных «западных» бизнес-процессов. При моделировании больших, сложных, иерархических систем создаваемые диаграммы становятся слишком сложными для понимания.

Приведенный пример преобразования DFD-диаграмм в УФО-модели позволяет утверждать, что данное преобразование осуществляется просто и естественно. В результате данного преобразования снижается влияние упомянутых выше недостатков. Последнее обстоятельство обусловлено, во-первых, тем, что в УФО-элементах «Узлы» представляют собой абстрактные классы, «Функции» – конкретные классы, а «Объекты» – экземпляры этих классов. Это позволяет УФО-моделям поддерживать объектно-ориентированное проектирование. Во-вторых, тем, что в рамках УФО-подхода используется формально-семантическая нормативная система, семантика символов которой задается классификацией элементов конкретной предметной области. Это обеспечивает «лишение разработчиков той части творческих возможностей, которые ведут к разнообразию представления организационных моделей».

**Представление IDEF0-диаграммы с помощью УФО-модели.**

Для обеспечения такого представления используем соответствие между графическими элементами IDEF0-нотации и УФО-моделей показанное на рис. 5 и 6.



Рис. 5. Функциональный блок

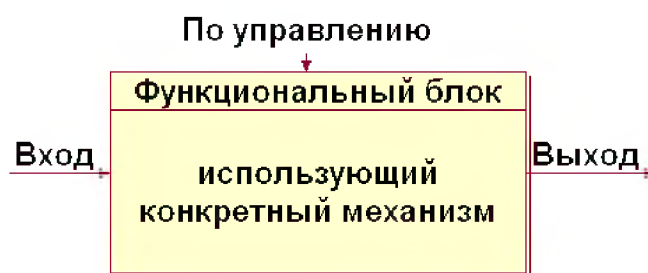


Рис. 6. Функциональный блок IDEF0 в виде модели «Узел – функция – объект»

Рассмотрим пример модели в нотации IDEF0 (см. рис. 7 и 8).

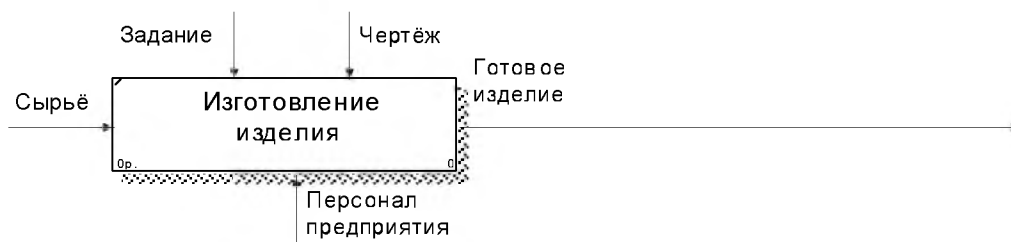


Рис. 7. Пример контекстной диаграммы в нотации IDEF0

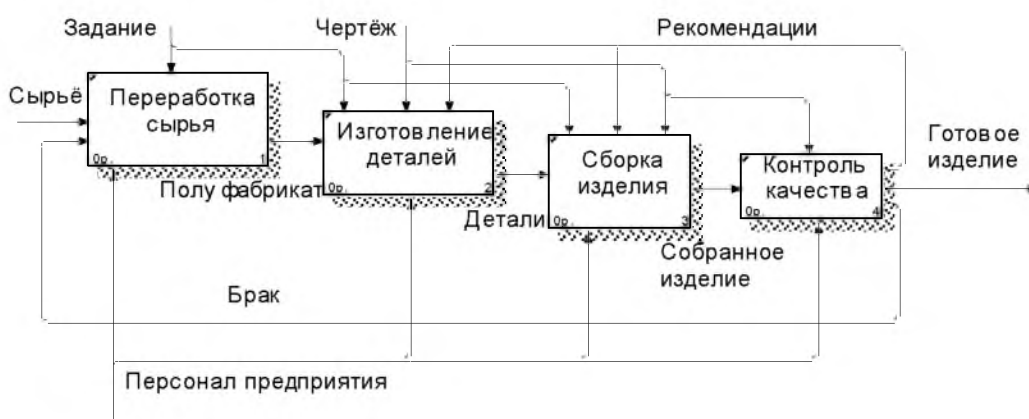


Рис. 8. Пример диаграммы декомпозиции в нотации IDEF0

Преобразуем представленные на рисунках 7 и 8 IDEF0-диаграммы в УФО-модели, используя соответствия между графическими элементами, показанное на рисунках 5 и 6. Результаты представлены на рисунках 9 и 10 соответственно. В результате выполненного преобразования можно утверждать, что УФО-модель будет соответствовать IDEF0-диаграмме если в ней:

- для всех УФО-элементов определены функции;
- для всех УФО-элементов определены объекты и их определения соответствуют связи «Механизм»;
- нижняя граница УФО-элемента для прикрепления связи не используется;
- все управляющие связи прикрепляются только к верхней границе УФО-элемента;
- для входов в УФО-элементы используется только левая граница;
- для выходов из УФО-элементов используется только правая граница;
- введены служебные УФО-элементы, определенные только на уровне узлов, для обеспечения соединения и разветвления потоков.

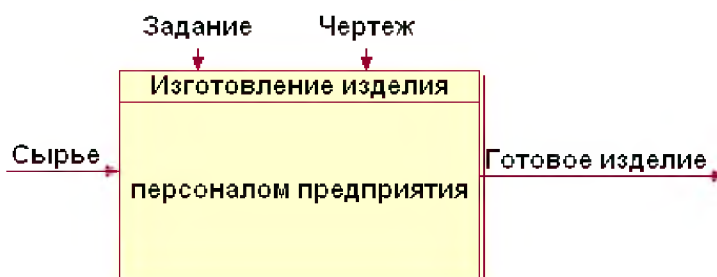


Рис. 9. Диаграмма на рис. 7 в виде модели «Узел – функция – объект»

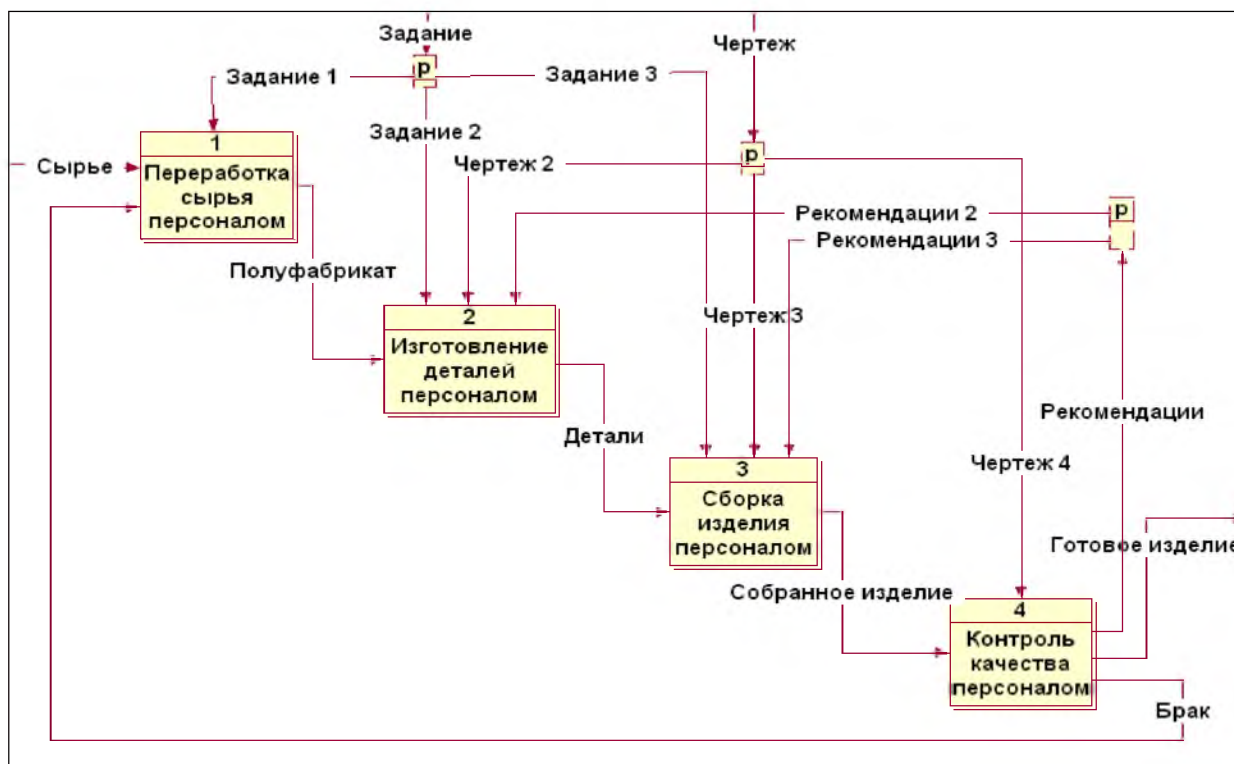


Рис. 10. Диаграмма на рис. 8 в виде модели «Узел – функция – объект»

Кроме недостатков DFD-диаграмм 1, 5 и 6 в литературе отмечаются следующие недостатки IDEFO-диаграмм.

1) Недостаточно выразительных средств для моделирования систем информационных. В результате данные диаграммы практически используется относительно редко (менее чем в 10% существующих CASE-средств).

2) Для создания динамических моделей требуется использование дополнительных специальных расширений или других средств, с которыми данные диаграммы плохо согласуются.

3) Принципиально ограниченное количество типов связей и типов отношений (взаимодействий) между блоками не позволяют гарантировать во всех случаях адекватность модели объекту и затрудняют понимание диаграмм.

4) Изображение функциональных связей каждого элемента в виде входа, управления, механизма (или ресурса) и выхода не обеспечивается никаким методом распределения связей в конкретных случаях по данным категориям. Результатом этого является представление, например, производственного подразделения как элемента, ресурсом которого изображаются люди, которые в нем работают, т.е. которые составляют, на самом деле, его части, а не входы.

Приведенный выше пример преобразования IDEFO-диаграмм в УФО-модели позволяет утверждать, что данное преобразование также как и преобразование DFD-диаграмм в УФО-модели осуществляется достаточно просто и естественно. В результате данного преобразования также снижается влияние упомянутых выше недостатков по тем же самым причинам. В дополнение к сказанному выше можно отметить возможность получать более «прозрачные» диаграммы за счет экономии на связях типа «механизм».


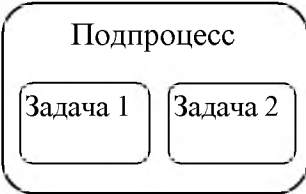
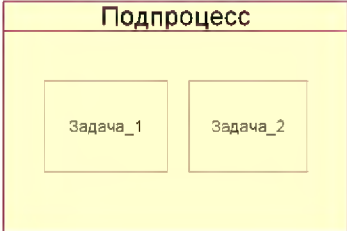
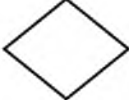
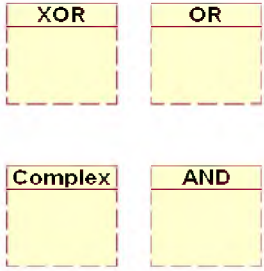


### Представление BPMN-диаграммы с помощью УФО-модели.

Для обеспечения такого представления используем соответствие между графическими элементами BPMN-нотации и УФО-моделей показанное в табл. 2.



Таблица 2

Соответствие элементов BPMN и УФО

Описание элемента	Основные графические элементы BPMN	Элементы УФО-модели
<p><b>Событие (Event)</b> Событие – это то, что происходит в течение бизнес-процесса и оказывает влияние на его ход. Чаще всего событие имеет причину (триггер) или воздействие (результат). Согласно влиянию Событий на ход бизнес-процесса, выделяют три типа: Стартовое событие (Start), Промежуточное событие (Intermediate) и Конечное событие (End).</p>	<p>Маркеры (триггеры) событий: -сообщение, -таймер, -ошибка, -отмена, -компенсация, -условие\правило, -сигнал.</p> 	<p>— <b>Сообщение</b> —&gt; — <b>Таймер</b> —&gt; — <b>Ошибка</b> —&gt; — <b>Отмена</b> —&gt; — <b>Компенсация</b> —&gt; — <b>Условие/правило</b> —&gt; — <b>Сигнал</b> —&gt;</p>
<p><b>Действие (Activity)</b> Действие – общий термин, обозначающий работу, выполняемую исполнителем. Действия могут быть либо элементарными, либо неэлементарными (составными). Выделяют следующие виды действий, являющихся частью модели Процесса: Процесс (Process), Подпроцесс (Sub-Process) и Задача (Task).</p>	<p>Подпроцесс</p> 	<p>Подпроцесс</p> 
<p><b>Шлюз (Gateway)</b> Шлюзы используются для контроля расхождений и схождений потока операций. Таким образом, данный термин подразумевает ветвление, раздвоение, слияние и соединение маршрутов. Внутренние маркеры указывают тип контроля развития бизнес-процесса.</p>	 <p>Типы шлюзов: -Эксклюзивные ИЛИ (XOR); -ИЛИ (OR); -Комплексные (Complex); -И (AND).</p>	
<p><b>Поток операций (Sequence Flow)</b> Поток операций служит для отображения того порядка, в котором организованы действия Процесса.</p>		
<p><b>Поток сообщений (Message Flow)</b> Поток сообщений служит для отображения обмена сообщениями между двумя участниками, готовыми эти сообщения отсылать и принимать. На диаграмме BPMN два отдельно взятых Пула представляют собой двух участников процесса (бизнес-объекты или бизнес-роли).</p>		<p>— <b>Связь</b> —&gt;</p>

Описание элемента	Основные графические элементы BPMN	Элементы УФО-модели
<p>Объект данных (Data Object) Объекты данных рассматриваются как артефакты, так как они не влияют непосредственно на последовательный поток или поток сообщений процесса, но они обеспечивают ввод информации о том, какие действия требуют выполнения и/или что они производят.</p>		

Рассмотрим пример модели в нотации BPMN (см. рис. 11).

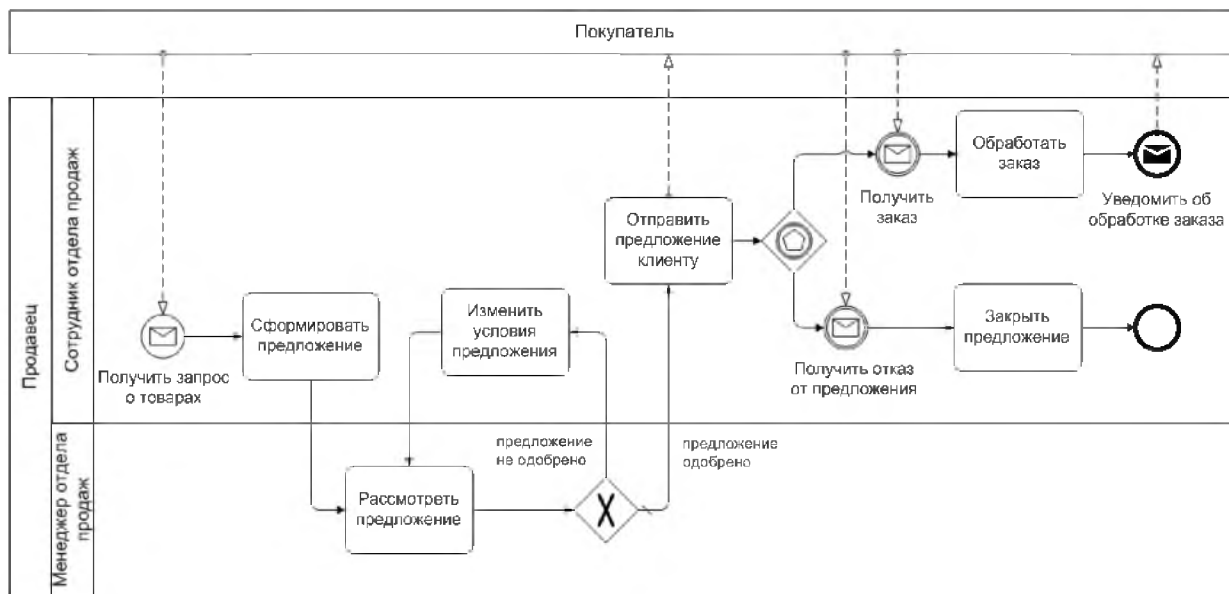


Рис. 11. Пример диаграммы в нотации BPMN

Преобразуем представленную на рисунке 11 BPMN-диаграмму в УФО-модель, используя соответствия между графическими элементами, показанное в таблице 2. Результаты представлены на рисунках 12 – 14. В результате выполненного преобразования можно утверждать, что УФО-модель будет соответствовать BPMN-диаграмме если в ней:

- в классификацию, в категорию связей «По управлению (C)» введен абстрактный класс связей «Событие», разделенный на подклассы связей, соответствующие маркерам (триггерам) событий (так как элемент «Событие» в нотации BPMN, по сути дела, представляет связи/потоки или поступающие на обработку (на вход процесса), или генерируемые процессом (поступающие на выход));
- УФО-элементы в модели определены на уровне функций;
- введены специальные/служебные УФО-элементы, определенные на уровне узлов, обозначающие логические операции, обеспечивающие схождение и расхождение потоков;
- все потоки в BPMN-модели (операций и сообщений) представляются в УФО-модели связями из классификации (так как действия в процессах не могут просто так переходить одно в другое, они всегда обмениваются материей и информацией);
- элемент BPMN-модели «Объект данных» представляется в УФО-модели определенного вида связью из категории связей «По данным (D)»;
- пулы и дорожки BPMN-диаграммы представляются в УФО-модели УФО-элементами, определенными на функциональном уровне.



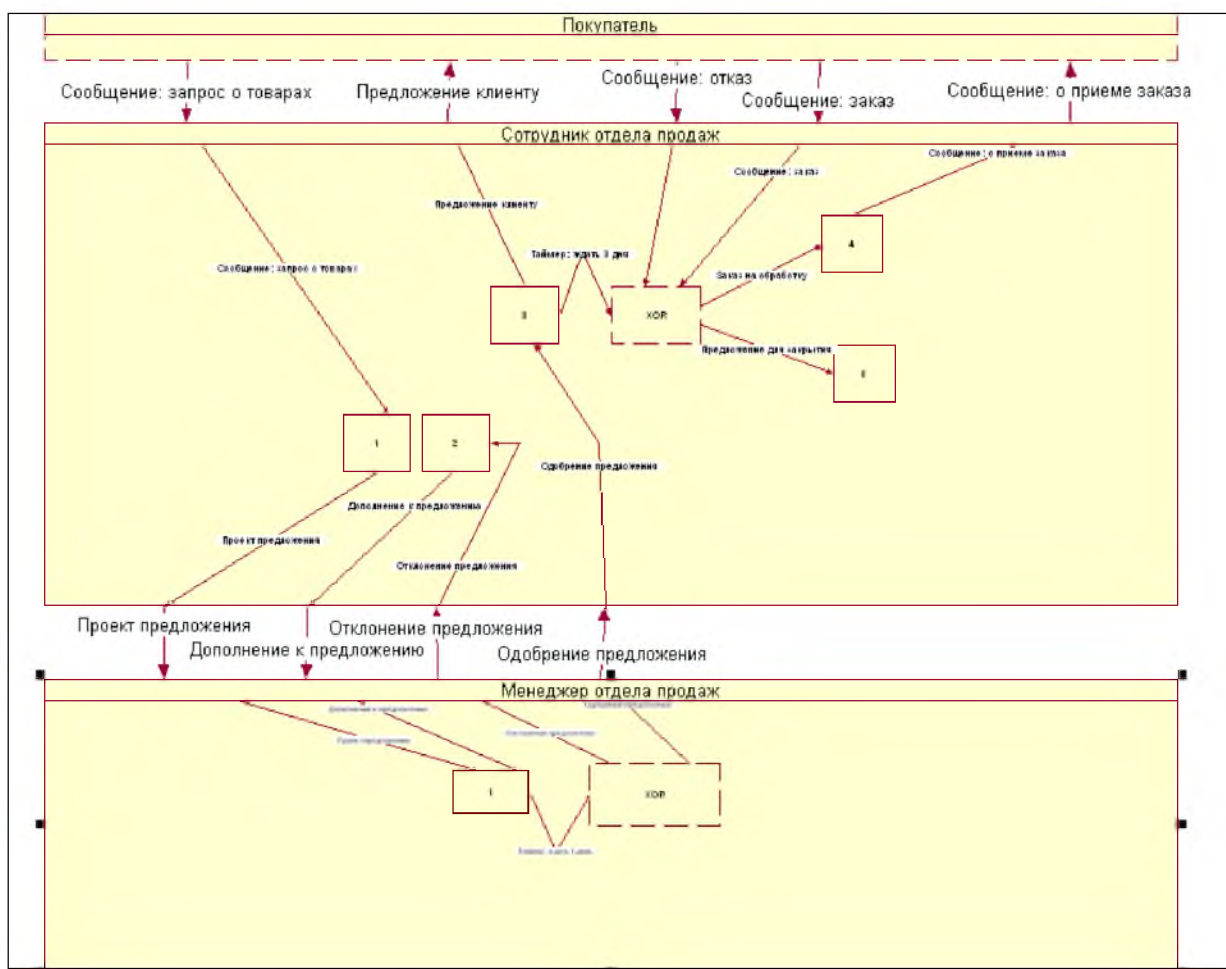


Рис. 12. Диаграмма на рис. 12 в виде модели «Узел – функция – объект»

По мнению авторов, BPMN-диаграммы обладают следующими недостатками.

- 1) Для освоения данной нотации требуются курсы, консультации и т.д.
- 2) Сложность моделирования больших иерархических систем.
- 3) Отсутствие соединяющих элементов, представляющих материальные потоки.
- 4) Введение элементов «Событие» и «Объект данных», представляющих, по сути дела, некоторые специфические виды связей. Использование, таким образом, избыточных сущностей, затрудняющих понимание диаграмм.
- 5) Авторы нотации BPMN утверждают, что данная нотация не предназначена для построения функциональных диаграмм и представления бизнес-правил. Но это может означать только то, что данная нотация вообще не предназначена для моделирования бизнес-процессов (хотя она, вроде бы, для этого и сделана), так как бизнес-процессы, по сути своей, всегда функциональны.

Приведенный выше пример преобразования BPMN-диаграммы в УФО-модель позволяет утверждать, что данное преобразование вполне выполнимо с учетом особенностей соответствующего программного инструментария.

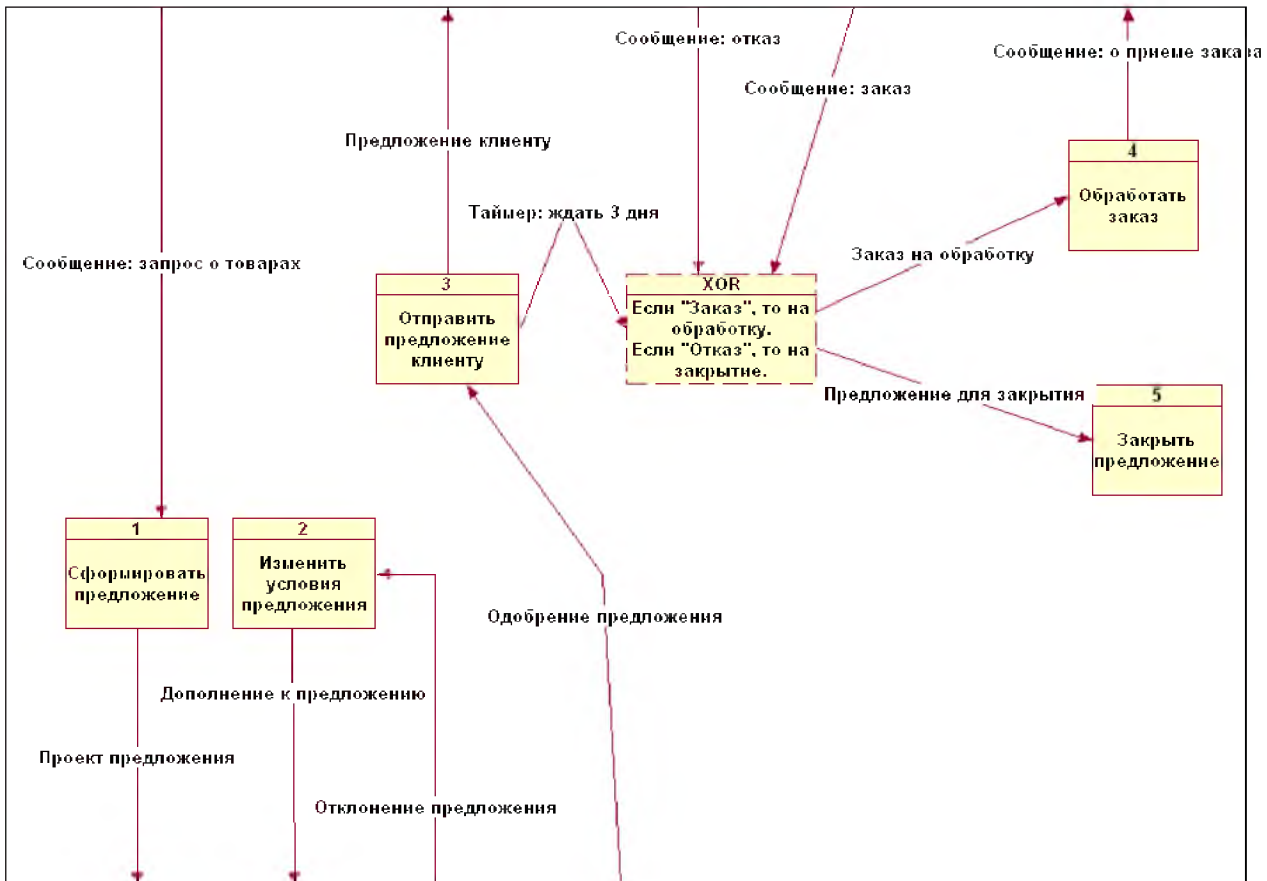


Рис. 13. Дополнение к диаграмме на рис. 12 «Сотрудник отдела продаж»

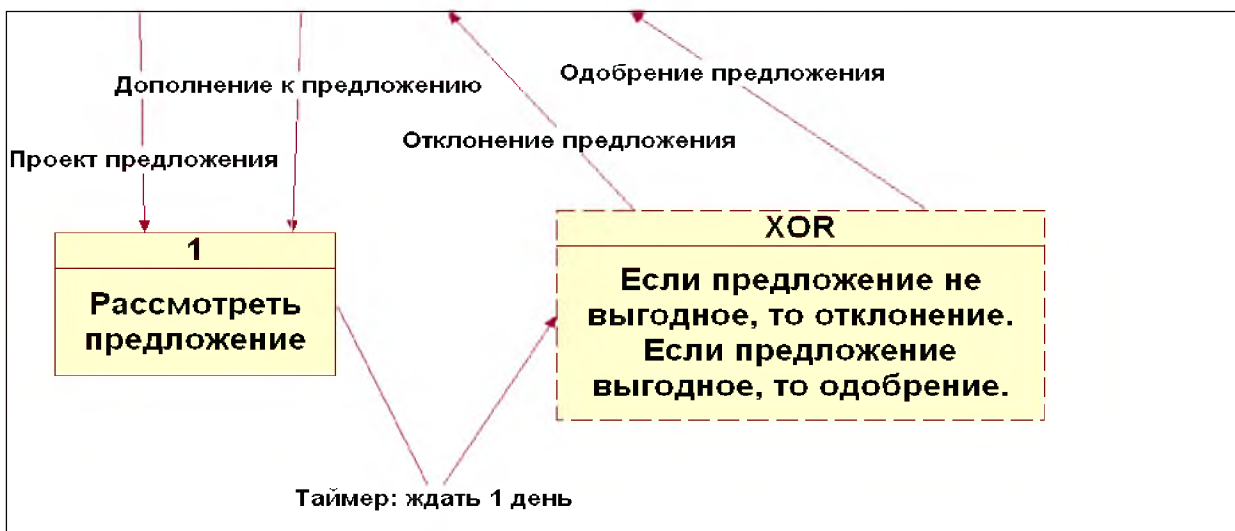


Рис. 14. Дополнение к диаграмме на рис. 13 «Менеджер отдела продаж»

**Выводы.**

Проделанная работа, позволившая определить соответствия графических элементов некоторых графоаналитических нотаций элементам системно-объектных моделей, а также приведенные примеры преобразования диаграмм в этих нотациях в модели «Узел-Функция-Объект» показывают универсальность УФО-моделей. Таким образом, УФО-подход позволяет моделировать любые процессы и системы без ограничений и способен заменить собой любую существующую нотацию бизнес-моделирования. Учитывая, что возможна формализация УФО-подхода с помощью алгебраических средств (теории пат-



тернов и теории процессов), можно говорить об УФО-моделировании как о едином универсальном способе представления организационных знаний.

## **CHART VIEW IN NOTATION DFD, IDEFO AND BPMN USING SYSTEM-OBJECT MODEL "UNIT-FUNCTION-OBJECT"**

**O.A. ZIMOVETS  
S.I. MATORIN**

*National Research University  
Belgorod*

*e-mail: ozimovets@bsu.edu.ru  
e-mail: matorin@bsu.edu.ru*

Ways of presenting the diagrams in the notations DFD, IDEFO and BPMN using models in terms of "Unit-function-Object" in the article considers. The shortcomings of BPMN-diagrams is analyzed.

Key words: system-object model "Unit-function-object», DFD-diagrams, IDEFO-diagram, BPMN-chart.