

С. И. Маторин, докт. техн. наук, профессор Национального исследовательского университета «Белгородский государственный университет»

О. А. Зимовец, аспирант Национального исследовательского университета «Белгородский государственный университет»

Формализованное визуальное моделирование административных процедур¹

Разработанные методологии и стандарты функционального моделирования деловых процессов могут оказаться недостаточно эффективными в случаях, когда необходимо создать формальное описание административных процедур.

Введение

В настоящее время в Российской Федерации проводятся работы в рамках государственной программы «Электронная Россия». Как показал опыт участия в них, задачи, решаемые для обеспечения оказания государственных и муниципальных услуг населению в электронном виде, непосредственно связаны с развитием информационной технологии обработки, хранения, передачи и защиты информации. При этом ведущую роль в развитии технологии в контексте программы «Электронная Россия» играет перспективное научное направление по созданию технологий, повышающих прозрачность и управляемость организационно-деловых и производственно-технологических процессов посредством разработки и использования типовых формализованных электронных моделей, обеспечивающих анализ и реинжиниринг этих процессов. Последнее обстоятельство обусловлено тем, что методы и средства функционального моделирования деловых процессов начинают применяться при выполнении упомянутой выше программы и для анализа административных процедур (АП).

Существует множество (более двух десятков) способов компьютерного (электронного) функционального моделирования деловых процессов. Они обеспечивают построение не математических, а визуальных формализованных (графоаналитических) моделей деловых процессов. Это обусловлено слабой структурированностью и низкой степенью формализуемости объекта моделирования, т. е. организационно-деловых и производственно-технологических процессов, что обуславливает актуальность постановки и решения задачи выбора и усовершенствования способа моделирования деловых процессов для выполнения программы «Электронная Россия». Кроме того, сложность и слабая приспособленность существующих способов моделирования к задаче моделирования именно АП внесли отрицательный вклад в срыв сроков выполнения данной государственной программы.

Для выбора способа моделирования и его усовершенствования с целью анализа и рациональной организации АП необходимо определиться с требованиями, которым должны удовлетворять создаваемые модели. Очевидно, что первоочередным является требование их системности, в связи с упомянутой выше сложностью моделируемых процессов. Это требование означает, что модели АП должны позволять

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 10-07-00266).

анализировать эти процедуры в их целостности, во взаимосвязи с процессами и сущностями вышележащего уровня иерархии, т. е. с учетом их роли в системе более высокого порядка. Такие модели должны также позволять рассматривать АП с необходимой для решения задачи степенью подробности, т. е. позволять рассматривать сколь угодно глубокие нижележащие уровни иерархии. Кроме того, модели АП должны обеспечивать их использование в качестве компонента информационной системы, которая будет обеспечивать оказание государственных и муниципальных услуг населению в электронном виде.

Авторы для решения упомянутой задачи предлагают использовать при моделировании АП так называемые блок-схемы алгоритмов с дорожками, или, как они именуются в пакете *Microsoft Office Visio, Basic Flowchart Shapes* (BFSh-диаграммы), модифицированные и формализованные с использованием системного подхода «Узел — Функция — Объект» (УФО-подхода).

Визуальное графоаналитическое моделирование АП

BFSh-диаграммы — это обычные блок-схемы алгоритмов, выполняемые в соответствии со стандартом ИСО 5807–85 (ГОСТ 19.701–90), блоки в которых размещаются на двух и более параллельных дорожках. Дорожки используются для моделирования взаимодействующих процессов, устройств, подразделений.

УФО-подход представляет собой системный подход, при котором система или деловой процесс, например административный, рассматриваются с трех сторон. С одной стороны, как перекресток входных и выходных связей/потоков, т. е. как «Узел». С другой стороны, как процесс преобразования элементов, втекающих по входным потокам, в элементы, вытекающие по выходным потокам, т. е. как «Функция». С третьей стороны, как материальное явление, реализующее (выполняющее) функцию преобразова-

ния входа в выход, т. е. как «Объект»². Интеграция трех аспектов позволяет представить любую систему как элемент «Узел — Функция — Объект» (УФО-элемент), формализующий три очевидных факта. Во-первых, любая система представляет собой функциональный объект, функция которого обусловлена функцией объекта более высокого яруса [1]. Следовательно, она находится в структуре системы более высокого яруса (т. е. надсистемы), исполняя роль ее подсистемы, и, таким образом, может рассматриваться как узел. Во-вторых, любая система обязательно как-либо функционирует, преобразуя вход в выход. В-третьих, любая система (если она находится в структуре и функционирует) обязательно существует как реальное материальное или информационное явление [2, 3].

Если использовать в BFSh-диаграммах три дорожки для отображения соответственно «Узлов», «Функций» и «Объектов», то эти диаграммы становятся особенно удобными для моделирования АП. Это обусловлено тем, что АП, являясь бюрократическими процедурами, представляют совокупности процессов, связанных между собой потоками документов. При этом в ходе выполнения процессов осуществляются функции обслуживания документов на всех этапах их жизненного цикла. Таким образом, АП предлагается рассматривать как УФО-элемент, «Узел» которого есть перекресток входных и выходных документов, «Функция» — процесс преобразования входных документов в выходные, а «Объект» — сущность, ответственная за выполнение этого процесса. Для графоаналитического моделирования АП, следовательно, на первой дорожке размещаем *документы* или их состояния на различных этапах (дорожка «Узлы»). На второй

² Слово «объект» является в данном случае составной частью названия системного подхода, ранее предложенного и развиваемого автором. Термин «объект» используется не как противопоставление термину «субъект», а в смысле «экземпляр класса» в объектно-ориентированном подходе, по причине чего УФО-подход называется системно-объектным. — *Прим. автора.*

дорожке размещаем *процессы* создания, согласования, утверждения, передачи и т. д. документов, входами которых являются документы или их состояния, а выходами другие документы или другие состояния документов (дорожка «Функции»). На третьей дорожке размещаем *наименования* структурных подразделений или должностей администраций различного уровня, ответственных за исполнение процессов и документов (дорожка «Объекты»). Такое представление АП позволяет моделировать иерархию процессов и объектов, что соответствует требованию системности моделей.

Покажем результаты использования приведенных рассуждений на примере описания регламента исполнения АП «Предоставление земельных участков для нужд, не связанных со строительством» (P1) и регламента исполнения АП «Предоставление земельных участков для индивидуального жилищного строительства» (P2). Графоаналитические модели в виде BfSh-диаграмм, модифицированные с применением УФО-подхода для АП P1, представлены на рис. 1 и 2, а для АП P2 — на рис. 3 и 4. При этом в качестве характеристики объектов будем использовать только их имена, так как учет остальных характеристик необходим лишь в случае визуализации (имитации) функционирования УФО-элементов. Для обозначения объектов на данных рисунках использованы следующие сокращения: МФЦ (районный многофункциональный центр), УМС (районное управление муниципальной собственности и земельных ресурсов).

Процессы, контекстные по отношению к рассматриваемым АП, и документы выделены серым цветом. На диаграммах декомпозиции представлен результат четвертого шага декомпозиции. При необходимости далее могут быть аналогичным образом декомпозированы все процессы, что позволит в явном виде проследить этапы жизненного цикла соответствующих документов.

Возможность представления иерархии процессов (и объектов), а также жизненно-

го цикла документов чрезвычайно полезна на современном этапе анализа и организации АП. Опыт показывает, что в настоящее время административные регламенты постоянно корректируются и уточняются, что связано с многочисленными уточнениями подробностей и деталей как в описаниях самих административных процессов, так и в документах и их состояниях. Кроме того, этому способствует постоянная изменчивость отечественного законодательства.

Представленный на рисунках способ декомпозиции предлагается назвать *декомпозицией путем развертывания*, так как в конце концов можно увидеть все уровни декомпозиции на одной диаграмме.

В диаграммах каждый декомпозируемый процесс разбивается (на очередном уровне иерархии) на два интерфейсных подпроцесса, обеспечивающих вход и выход процесса соответственно, что обусловлено правилом выполнения любой бюрократической процедуры, которое состоит в том, что работа с документом или работа по созданию одного документа из другого всегда сводится к выполнению двух шагов (при рассмотрении процедуры на самом высоком уровне иерархии), например, получение и отправка документа, рассмотрение и согласование и т. п. Это приводит к пониманию того, что любой административный процесс естественным образом можно представить как совокупность двух подпроцессов: входного (работа с входным документом или его состоянием) и выходного (работа по созданию выходного документа или его состояния).

Предложенная модификация BfSh-диаграмм (будем называть их *Basic UFO Shapes* — BUFOSh), как видно из приведенного примера, позволяет строить модели АП, удовлетворяющие упомянутому выше требованию системности. При этом модели хорошо подходят для выполнения проектов по разработке или настройке информационной системы, отслеживающей поток работ и автоматизирующей формирование документов, так как, по сути, представляют собой общепринятые схемы алгоритмов.

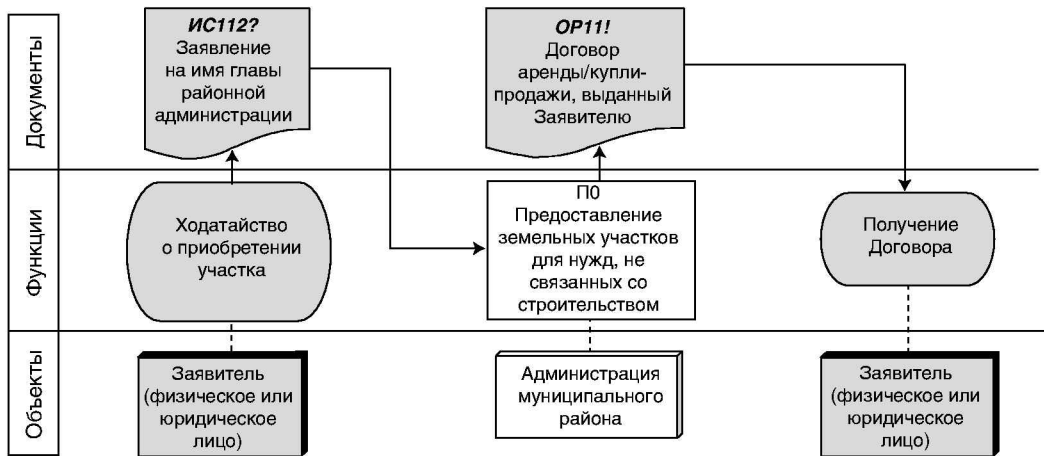


Рис. 1. Контекстная BFSH-диаграмма (с учетом УФО-подхода) для P1

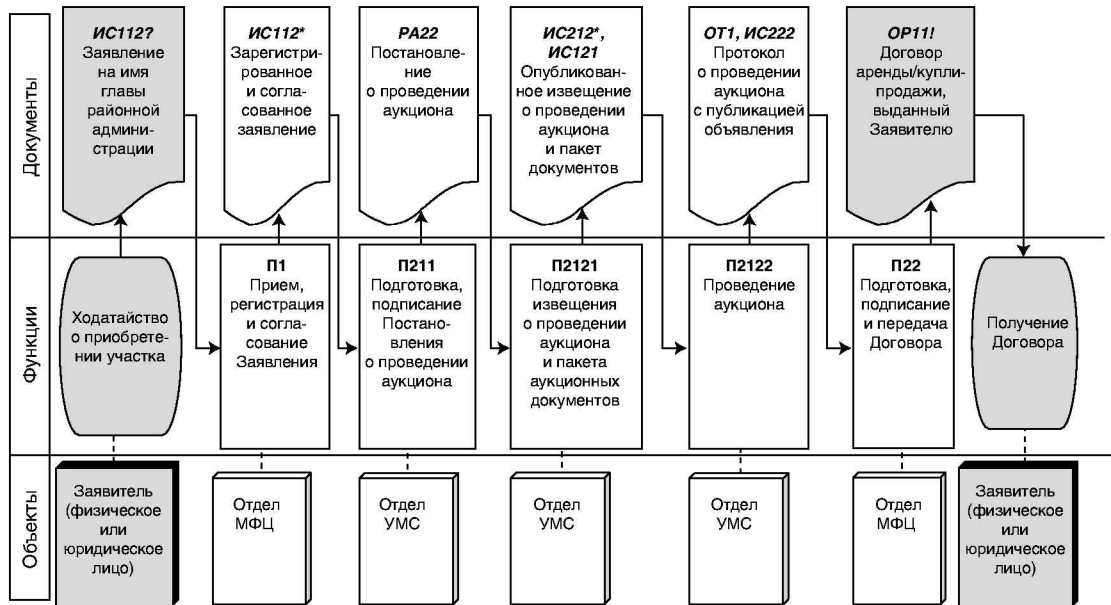


Рис. 2. BFSH-диаграмма декомпозиции (с учетом УФО-подхода) для P1

Формальное представление системы как УФО-элемента для формализации визуальных моделей АП

Несмотря на наглядность, удобство и соответствие оговоренным требованиям, предложенные модели все равно остаются только графическими, т. е. не формальными. Формальное же (хоть в какой-то степени) описание таких моделей позволи-

ло бы обеспечить меньшую зависимость работ по рациональной организации АП от человеческого фактора, а также формальную верификацию их описаний и проверку эквивалентности. Это, в свою очередь, позволило бы решать практические задачи организации оказания государственных и муниципальных услуг населению в электронном виде на более конструктивном уровне.

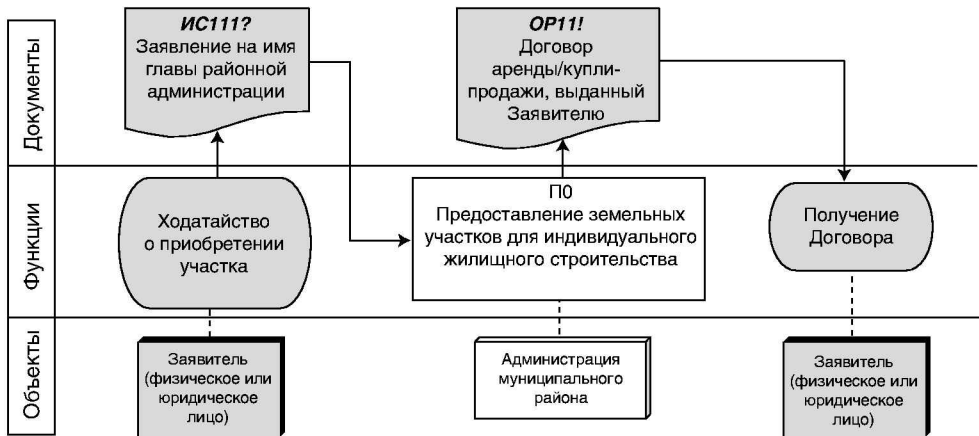


Рис. 3. Контекстная BFSH-диаграмма (с учетом УФО-подхода) для P2

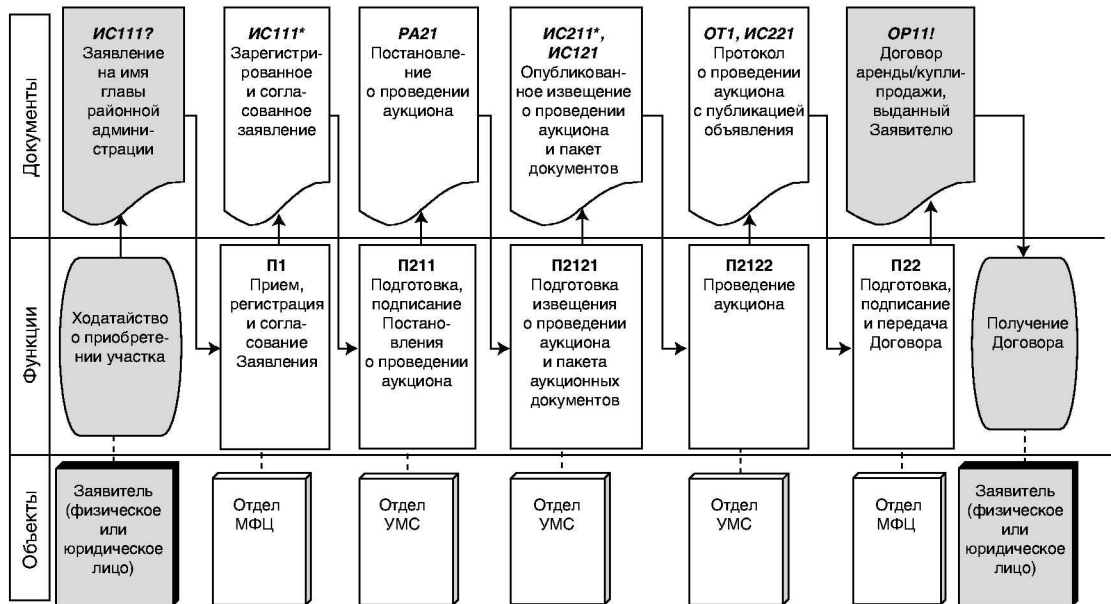


Рис. 4. BFSH-диаграмма декомпозиции (с учетом УФО-подхода) для P2

Формализованное визуальное моделирование административных процедур

Для формализации визуальных графоаналитических моделей в виде BUFOSh-диаграмм необходимо обеспечить возможность формального представления УФО-элементов, что может быть сделано на основе результатов, полученных в работах [4–6] за счет интеграции алгебраических средств теории паттернов (*Pattern Theory* — PT) Гренандера [7] и исчисления процессов (*Calculus of Communication Systems* — CCS) Милнера [8].

В первую очередь, дадим формальное определение модели в терминах «Узел — Функция — Объект» (УФО-модели), которая представляет собой граф, определяющийся составом и структурой, вершины которого занимают УФО-элементы, а ребрами являются потоки/связи, их соединяющие. Таким образом, УФО-модель = (E, L), где E — множество УФО-элементов; L — множество имен связей УФО-элементов.

Множество всех УФО-элементов \mathbf{E} , а также множество всех связей \mathbf{L} состоят из непересекающихся классов. Интерпретация этого разбиения состоит в том, что к одному классу элементов (и к одному классу связей) относятся элементы (и связи), принадлежащие к одному уровню (ярусу) иерархии предметной области. Более низкий уровень (ярус) иерархии по сравнению с данным будем обозначать для УФО-элементов как \mathbf{E}^{-1} , а для связей как \mathbf{L}^{-1} . Кроме того, множество \mathbf{L} на каждом ярусе иерархии, в свою очередь, состоит из четырех непересекающихся классов. Они интерпретируются как классы вещественных связей (\mathbf{B}), энергетических связей ($\mathbf{Э}$), связей по управлению (\mathbf{Y}) и связей по данным ($\mathbf{Д}$). По аналогии с РТ будем рассматривать для множества \mathbf{L} понятие «тип соединения» Σ .

Далее сформулируем алгебраическое определение УФО-элемента ($\mathbf{e} \in \mathbf{E}$) как формализованного представления системы. УФО-элемент может быть представлен в виде кортежа: $\mathbf{e} = \langle \mathbf{U}, \mathbf{F}, \mathbf{O} \rangle$. Здесь \mathbf{U} — «Узел», т. е. множество выходных и входных связей, характеризующих узел, который занимает определяемая система; \mathbf{F} — «Функция», т. е. класс функций, характеризующий способы или процессы (процедуры) преобразования входных связей узла в выходные; \mathbf{O} — «Объект», т. е. множество свойств (признаков), характеризующих класс объектов, реализующих данный класс функций.

Определим «Узел» УФО-элемента, используя принятые в ССС обозначения, следующим образом: $\mathbf{U} = (\mathbf{L}?, \mathbf{L}!)$, где $\mathbf{L}? \subset \mathbf{L}$ — множество входных связей узла, $\mathbf{L}! \subset \mathbf{L}$ — множество выходных связей узла.

Для определения «Функции» используем предложенное ранее в работе [5] определение «Функции» УФО-элемента по аналогии с определением «Процесса» в ССС. В соответствии с этим определением «Функция» УФО-элемента может быть представлена следующим образом: $\mathbf{F} = (\mathbf{S}, \mathbf{S}^0, \mathbf{L}\tau)$. В данном выражении \mathbf{S} — множество подпроцессов процесса, соответствующего «Функции», которые реализуются УФО-

элементами, принадлежащими классу \mathbf{E}^{-1} ; $\mathbf{S}^0 \subset \mathbf{S}$ — множество интерфейсных подпроцессов (входных $\mathbf{S}?$ и выходных $\mathbf{S}!$, причем $\mathbf{S}^0 = \mathbf{S}? \cup \mathbf{S}!$, в число входных связей множества подпроцессов $\mathbf{S}?$ входит множество связей $\mathbf{L}?$, в число выходных связей множества подпроцессов $\mathbf{S}!$ входит множество связей $\mathbf{L}!$) $\mathbf{L}\tau \subset \mathbf{L}^{-1}$ — множество связей в \mathbf{S} , осуществляющих передачу элементов глубинного яруса связанных подпроцессов (т. е. по аналогии с ССС рассматривается размеченная система переходов $(\mathbf{S}, \mathbf{L}\tau)$, но не над множеством действий, как в ССС, а над множеством потоков/связей). Элементы множества потоков $\mathbf{Act}(\mathbf{F})$, соответствующего множеству действий в ССС, также интерпретируются как ввод, вывод или передача элемента (с именем потока). При этом на уровне описания «Функции» системы как УФО-элемента нас интересуют только внутренние потоки (передача элемента), так как входные и выходные потоки описываются на уровне «Узла».

Для определения «Объекта» используем понятие РТ «образующая», которая рассматривается в этой теории как объект со связями [7], что позволяет определить «Объект» УФО-элемента следующим образом: $\mathbf{O} = (\mathbf{n}, \alpha, \beta?, \beta!)$, где \mathbf{n} — имя «Объекта» из множества \mathbf{N} имен объектов ($\mathbf{n} \in \mathbf{N}$); α — множество признаков «Объекта» \mathbf{n} ; $\beta?$ — множество показателей множества входных связей $\mathbf{L}?$ «Объекта» \mathbf{n} ; $\beta!$ — множество показателей множества выходных связей $\mathbf{L}!$ «Объекта» \mathbf{n} .

Таким образом, можно сформулировать следующее выражение в качестве формального определения УФО-элемента (\mathbf{e}_i), представляющего конкретную систему:

$$\mathbf{e}_i = \langle (\mathbf{L}_i?, \mathbf{L}_i!), (\mathbf{S}_i, \mathbf{S}_i^0, \mathbf{L}_i\tau), (\mathbf{n}_i, \alpha_i, \beta_i?, \beta_i!) \rangle.$$

Для решения практической задачи это определение должно быть, естественно, дополнено матрицами, конкретизирующими структуру входных связей УФО-элемента $\mathbf{e}_i (\mathbf{L}_i? \times \mathbf{S}_i?)$, структуру выходных связей этого элемента $(\mathbf{L}_i! \times \mathbf{S}_i!)$, а также структуру

внутренних потоков $(S_i, L_i\tau)$ «Функции» УФО-элемента $e_i(S_i \times S_i)$.

Если на каком-то этапе анализа УФО-элемент (как система) рассматривается как целое без учета внутренней, функциональной структуры (на контекстном уровне), то выражение в скобках для «Функции» УФО-элемента будет иметь вид: $(\{s_i^0 \in S_i\}, \{s_i^0 \in S_i^0\}, L_i\tau = \emptyset)$, т. е. в этом случае рассматривается УФО-элемент с нулевой «Функцией», определенной в работах [5 и 6] по аналогии с нулевым (пустым) процессом в ССС. Тогда на данном уровне рассмотрения системы (на уровне контекстной модели) последнее выражение для УФО-элемента как системы будет выглядеть следующим образом:

$$e_i = \langle (L_i?, L_i!), (\{s_i^0\}), (n_i, \alpha_i, \beta_i?, \beta_i!) \rangle.$$

При решении практических задач средствами визуального графоаналитического моделирования, естественно, невозможно обойтись без учета внутренней, функциональной структуры УФО-элемента, т. е. их необходимо рассматривать не только на контекстном уровне, но и на уровне декомпозиции. Особый интерес представляет декомпозиция системы (УФО-элемента) только на интерфейсные подсистемы (подпроцессы). Особую роль такой декомпозиции (ее предлагается называть *интерфейсной*) можно обнаружить на многочисленных примерах практического функционального моделирования [9]. Введем для нее формальное определение.

Определение. Декомпозиция системы называется интерфейсной при условии, что $S = S^0$.

В соответствии с данным определением выражение в скобках для «Функции» УФО-элемента с учетом внутренней структуры в случае интерфейсной декомпозиции будет иметь вид: $(S_i^0, S_i^0, L_i\tau_i)$. Тогда, на первом шаге декомпозиции системы, поскольку $S_i^0 = S_i? \cup S_i!$, выражение для системы как УФО-элемента будет выглядеть следующим образом:

$$e_i = \langle (L_i?, L_i!), ((S_i? \cup S_i!), (S_i? \cup S_i!), L_i\tau_i!), (n_i, \alpha_i, \beta_i?, \beta_i!) \rangle.$$

Упрощаем запись, исключая повторение одного и того же набора значков и показывая реальное место внутреннего потока. В результате получаем следующее выражение для УФО-элемента на первом шаге интерфейсной декомпозиции системы:

$$e_i = \langle (L_i?, L_i!), (S_i?, L_i\tau_i, S_i!), (n_i, \alpha_i, \beta_i?, \beta_i!) \rangle.$$

По поводу интерфейсной декомпозиции можно высказать следующее утверждение.

Утверждение. Если на уровне декомпозиции внутренняя, функциональная структура УФО-элемента характеризуется равенством $L_i\tau_i = \{L_i\tau_i\}$ (т. е. является одноэлементным множеством), ее Σ есть «линейный порядок», а декомпозиция — интерфейсная.

Доказательство. Из того факта, что $L_i\tau_i = \{L_i\tau_i\}$ напрямую следует, что $S : S^0 = \emptyset$. Из последнего, в свою очередь, следует, что $S = S^0$, т. е. имеет место интерфейсная декомпозиция, по определению. Если $L_i\tau_i = \{L_i\tau_i\}$, то, естественно, выходная связь первого подпроцесса соединена с входной связью последнего, что соответствует определению Σ «линейный порядок» в РТ (см. [7]).

В случае интерфейсной декомпозиции с линейным порядком последнее выражение для УФО-элемента на первом шаге декомпозиции системы будет иметь вид:

$$e_i = \langle (L_i?, L_i!), (\{s_i^?\}, \{L_i\tau_i\}, \{s_i^!\}), (n_i, \alpha_i, \beta_i?, \beta_i!) \rangle.$$

Алгебраическое описание визуальных моделей АП

Используем представленные выше выражения (контекстного уровня и уровня декомпозиции с линейным порядком) для формализации графоаналитического описания АП. Отметим, что предложенный способ алгебраического описания систем как

УФО-элементов (и, таким образом, АП) обеспечивает учет не только структурных свойств АП, но и в определенной степени содержание этих процессов.

Последнее обстоятельство обусловлено тем, что формальная (нормативная) система подхода «Узел — Функция — Объект», как известно, задается с помощью набора алфавитных символов, относящихся к категориям «связь», «узел», «функция» и «объект». Любая же, формальная (в том числе нормативная), система будет не только формальной (во всех смыслах этого слова), но и семантической, если задавать (определять) смысл алфавитных символов формальной системы с помощью классификационной схемы. Использование классификации для придания символам формальной системы уникального предметно-ориентированного содержания превращает эту формальную систему в формально-семантическую систему, что и сделано для нормативной системы УФО-подхода [10].

Обеспечение оказания государственных и муниципальных услуг населению в электронном виде путем автоматизации выполнения АП происходит, по сути, за счет автоматизации формирования документов. Поэтому, с точки зрения процессов и объектов, вполне достаточно, чтобы их значки различались исключительно в рамках описываемой данным выражением услуги, т. е. имели только формальное значение. С точки же зрения документов, если иметь классификацию всех документов, использующихся при оказании услуг, то использование значков для документов из классификации при формальном описании услуги позволит получать выражения, которые будут отражать не только структуру соответствующей АП, но и ее содержание с точки зрения формируемых документов. В этом случае в качестве примера классификационной схемы, которая будет задавать алфавитным символам предметное содержание, будем использовать фрагмент концептуальной классификационной модели докумен-

тов как носителей информации, представленный на рис. 5.

На основании приведенных выше формализмов и содержательных рассуждений BUFOSh-диаграмме на рис. 1 можно поставить в соответствие следующее выражение:

$$AP_{P_1} = \langle (IC112?, OP11!), (P_0), (A_P) \rangle.$$

BUFOSh-диаграмме на рис. 2 можно поставить в соответствие следующее выражение:

$$AP_{P_1} = \langle (IC112?, OP11!), (P_1, IC112^*, P211, PA22, P2121, IC212^*/ IC121, P2122, OT1/IC222, P22), (O_MФЦ, O_УМС) \rangle.$$

BUFOSh-диаграмме на рис. 3 можно поставить в соответствие следующее выражение:

$$AP_{P_2} = \langle (IC111?, OP11!), (P_0), (A_P) \rangle.$$

BUFOSh-диаграмме на рис. 4 можно поставить в соответствие следующее выражение:

$$AP_{P_2} = \langle (IC111?, OP11!), (P_1, IC111^*, P211, PA21, P2121, IC211^*/ IC121, P2122, OT1/IC221, P22), (O_MФЦ, O_УМС) \rangle.$$

С помощью полученных выражений можно произвести формальное (т. е. допускающее автоматическое) сравнение компьютерных графоаналитических моделей регламентов P1 и P2, которое одновременно позволит сравнить модели как структурно, так и содержательно с точки зрения состава документов.

Обобщая, например, с помощью теоретико-множественно операции объединения картежи AP_{P_1} и AP_{P_2} на контекстном уровне с учетом концептуальной классификационной модели документов (см. рис. 5), получаем следующее выражение:

$$\begin{aligned} AP_{p12} &= \langle (IC112?, OP11!), (П0), (A_P) \rangle \cup \\ &\cup \langle (IC111?, OP11!), (П0), (A_P) \rangle = \\ &= \langle (IC11?, OP11!), (П0), (A_P) \rangle. \end{aligned}$$

Выражение показывает, что рассматриваемые регламенты используют на входе однотипные документы, которые незна-

чительно отличаются конкретными данными в некоторых полях этих документов, а на выходе имеют один и тот же документ.

Обобщая таким же образом далее кортежи на уровне декомпозиции с учетом концептуальной классификационной модели

Формализованное визуальное моделирование административных процедур

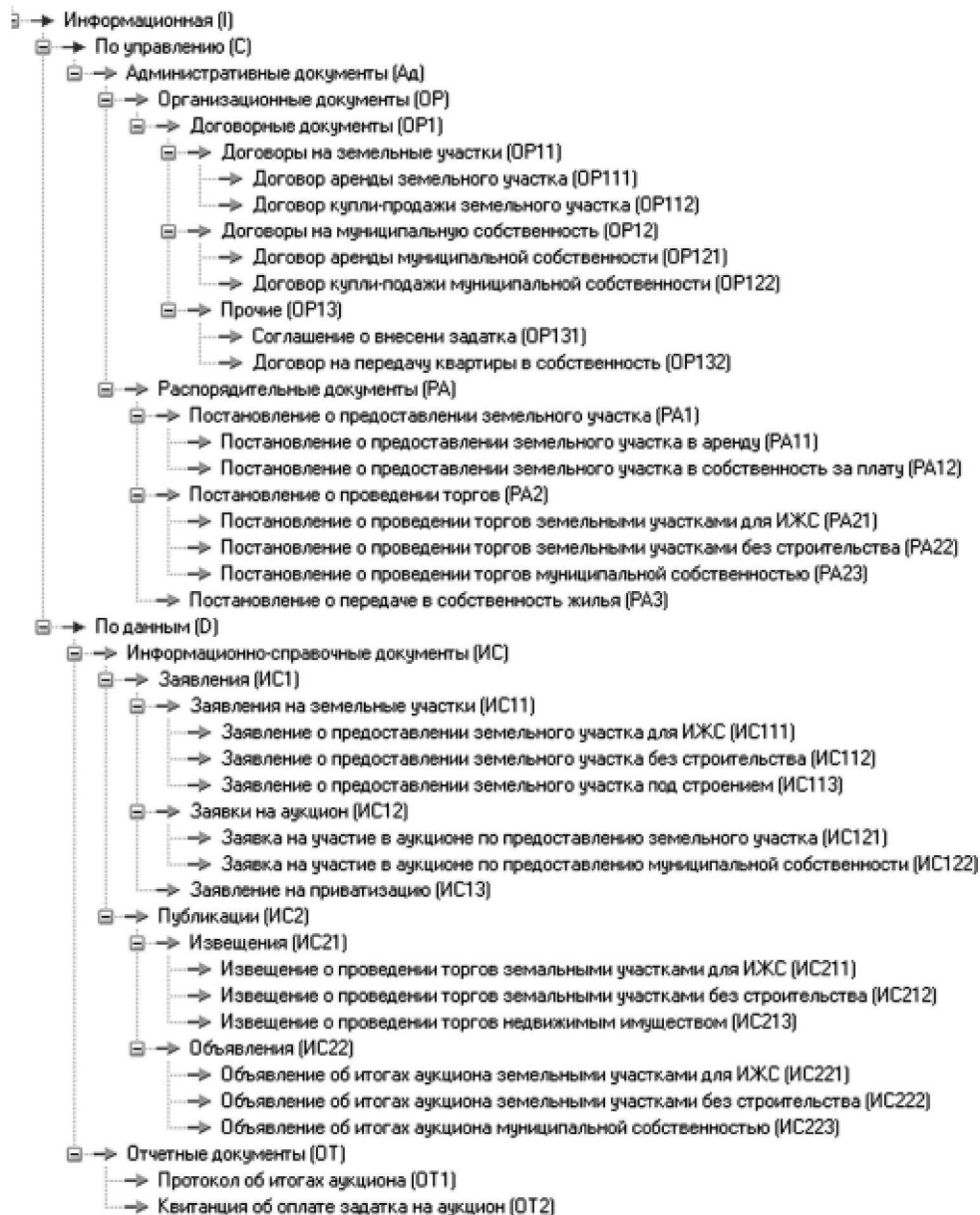


Рис. 5. Фрагмент концептуальной классификационной модели документов

документов (рис. 5), получаем следующее выражение:

$$\begin{aligned}
 \text{АП}_{P12} = & \langle (\text{ИС112?}, \text{ОР11!}), (\text{П1}, \text{ИС112}^*, \\
 & \text{П211}, \text{РА22}, \text{П2121}, \text{ИС212}^*/ \\
 & \text{ИС121}, \text{П2122}, \text{ОТ1/ИС222}, \text{П22}), (\text{О_МФЦ}, \\
 & \text{О_УМС}) \rangle \cup \\
 & \langle (\text{ИС111?}, \text{ОР11!}), (\text{П1}, \text{ИС111}^*, \text{П211}, \\
 & \text{РА21}, \text{П2121}, \text{ИС211}^*/\text{ИС121}, \text{П2122}, \text{ОТ1/} \\
 & \text{ИС221}, \text{П22}), (\text{О_МФЦ}, \text{О_УМС}) \rangle = \\
 = & \langle (\text{ИС11?}, \text{ОР11!}), (\text{П1}, \text{ИС11}^*, \text{П211}, \text{РА2}, \\
 & \text{П2121}, \text{ИС21}^*/\text{ИС121}, \text{П2122}, \text{ОТ1/ИС22}, \\
 & \text{П22}), (\text{О_МФЦ}, \text{О_УМС}) \rangle.
 \end{aligned}$$

Из последнего выражения также хорошо видно, на каком этапе исполнения регламентов используются одностипные документы, а на каком — одинаковые.

Приведенные выражения на формальном (символьном) уровне показывают полное структурное сходство АП P1 и АП P2 с точки зрения функций и объектов, а также их существенное содержательное сходство, с точки зрения перечня и порядка появления документов. Последнее обстоятельство обусловлено использованием в обоих АП одинаковых или одностипных документов (см. классификацию документов на рис. 5). В данном примере сходство этих процедур достаточно хорошо видно и на диаграммах. Однако надо иметь в виду, что реальные (текстовые и модельные) описания регламентов АП представляют собой многостраничные документы, сравнение которых вручную занимает значительное время и не застраховано от ошибок. Преобразование BfSh-диаграмм, модифицированных с применением УФО-подхода (BUFOSh-диаграмм), в алгебраические выражения позволяет сделать независимым от экспертов и в конце концов автоматизировать процесс анализа регламентов АП путем их сравнения, в том числе на содержательном (документальном) уровне.

Заключение

В работе предложен новый способ компьютерного визуального графоаналитического

представления АП в виде BfSh-диаграмм, модифицированных с помощью УФО-подхода (т. е. в виде BUFOSh-диаграмм).

Для решения задачи формального описания этих диаграмм предложен новый способ формального описания систем в терминах «Узел», «Функция», «Объект». Он разработан на основе интеграции алгебраических средств теории паттернов Гренандера и исчисления процессов Милнера. Данный способ позволяет сформулировать ряд основных понятий создаваемого нами направления под названием «исчисление систем» как трехэлементных конструкций «Узел — Функция — Объект»

С помощью предложенного способа формального представления систем как УФО-элементов разработан метод формализации визуальных графоаналитических моделей АП (BUFOSh-диаграмм) на основе результатов анализа методики исполнения административных процессов и формального описания специального интерфейсного метода их декомпозиции.

Использование разработанного метода формализованного визуального (графоаналитического) моделирования АП на различных примерах государственных и муниципальных услуг показывает, что формальные выражения одного и того же вида подходят для описания целого множества различных услуг. Это позволяет автоматизировать анализ АП, например, путем сравнения алгебраических выражений для выявления их структурных сходств и различий.

Кроме того, предложенный способ алгебраического описания систем как УФО-элементов обеспечивает также возможность проведения не только формального, но и содержательного анализа и содержательного сравнения АП. Предложенная в данной публикации методика учета содержания АП в ходе их графоаналитического и алгебраического моделирования и системного анализа за счет использования формально-семантической системы, основанной на кон-

цептуальной классификационной модели документов, позволяет более оперативно и точно решать вопросы настройки информационной системы, автоматизирующей выполнение АП.

Предложенный в работе способ визуального моделирования АП реализован с помощью CASE-инструментария «UFO-toolkit» (*User Familiar Object* — «знакомый пользователю объект»). UFO-toolkit позволяет представить систему трехэлементной конструкцией «Узел — Функция — Объект», т. е. UFO-элементом. UFO-toolkit поддерживает классификацию UFO-элементов, основанную на классификации связей, пересечения которых и образуют «узлы».

Использование UFO-toolkit предполагает предварительную специализацию классификации связей (для моделирования АП — классификации документов) и библиотеки с учетом конкретной предметной области. Это позволяет создавать шаблоны классификаций и библиотек для различных предметных областей, которые будут обеспечивать процесс моделирования множествами «алфавитных» UFO-элементов. Традиционная контекстная модель (модель верхнего уровня иерархии) системы (в данном случае АП) строится в виде «черного ящика» с указанием входных и выходных связей (в случае АП — входных и выходных документов), которые должны быть представлены в классификации связей (документов).

На этапе декомпозиции контекстной модели выявляются функциональные узлы в структуре моделируемой системы. Если используются «алфавитные» UFO-элементы, то обеспечивается возможность автоматической идентификации «знакомых» инструменту узлов, функций и объектов. Если используются не шаблонные классификации и библиотеки или в шаблонах нет необходимых в данном случае узлов, то в текущую классификацию связей вручную добавляются внутренние связи, поддерживающие входные и выходные связи контекстной модели. Результатом декомпозиции будет иерархическая модель системы, каждый уро-

вень иерархии которой образован взаимосвязанными функциональными узлами с указанными для них объектами.

Список литературы

1. Мельников Г. П. Системология и языковые аспекты кибернетики. М.: Сов. радио, 1978. — 368 с.
2. Маторин С. И., Попов А. С., Маторин В. С. Моделирование организационных систем в свете нового подхода «Узел-Функция-Объект» // НТИ. Сер. 2. 2005. № 1. С. 1–8.
3. Маторин С. И., Попов А. С., Маторин В. С. Знаниеориентированный VI-инструментарий нового поколения для моделирования бизнеса // Научные ведомости БелГУ. Сер. Информатика и прикладная математика. 2006. № 1 (21). Вып. 2. С. 80–91.
4. Маторин С. И., Трубицин С. Н., Зимовец О. А., Жихарев А. Г. Системно-объектное моделирование сервисной службы телевизионной и радиовещательной сети // Информационные технологии и вычислительные системы. 2009. № 3. С. 75–87.
5. Жихарев А. Г., Маторин С. И. Метод формализации организационных знаний // Искусственный интеллект и принятие решений. 2011. № 2. С. 12–18.
6. Зимовец О. А., Маторин С. И. Интеграция средств формализации графоаналитических моделей «Узел-Функция-Объект» // Искусственный интеллект и принятие решений. 2012. № 1. С. 95–102.
7. Гренандер У. Лекции по теории образов. 1. Синтез образов / пер. с англ. М.: Мир, 1979. — 384 с.
8. Milner R., Parrow J., Walker D. A. Calculus of Mobile Processes. Part I. E.: University of Edinburgh, 1989. — 46 p.
9. Дубейковский В. И. Практика функционального моделирования с AllFusion Process Modeler 4.1. Где? Зачем? Как? М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2004. — 464 с.
10. Маторин С. И. О новом методе системологического анализа, согласованном с процедурой объектно-ориентированного проектирования. Часть 1 // Кибернетика и системный анализ. 2001. № 4. С. 119–132.