



УДК 001.57; 658.818; 681.3

## МОДЕЛИРОВАНИЕ АДМИНИСТРАТИВНЫХ ПРОЦЕДУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА «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 оригинальные способы системного графоаналитического и алгебраического описания административных процедур с целью обеспечения оказания государственных и муниципальных услуг населению в электронном виде в рамках выполнения программы «Электронная Россия»

Ключевые слова: системный анализ, системно-объектный подход, «Узел-Функция-Объект», административные процедуры, Basic Flowchart Shapes, исчисление процессов, исчисление функций.

### **Введение.**

В настоящее время в Российской Федерации проводятся работы в рамках государственной программы «Электронная Россия». При этом решается задача обеспечения *оказания государственных и муниципальных услуг населению в электронном виде*, которая непосредственно связана с развитием критической технологии обработки, хранения, передачи и защиты информации. Ведущую роль в развитии этой технологии в контексте программы «Электронная Россия» занимает перспективное научное направление по созданию технологий, повышающих «прозрачность» и управляемость организационно-деловых и производственно-технологических процессов (бизнес-процессов) посредством разработки и использования типовых формализованных электронных моделей, обеспечивающих анализ и реинжиниринг этих процессов. Практически это означает, что методы и средства функционального бизнес-моделирования начинают реально применяться для анализа и рациональной организации не только бизнес-процессов, но и *административных процедур (АП)*, окруженных ранее мифическим ореолом святости и неприкосновенности.

Существуют множество (более двух десятков) способов компьютерного функционального моделирования бизнес-процессов, применяемых для их анализа и реинжиниринга. Все эти способы являются формализованными, но не формальными. Они обеспечивают построение не математических, а визуальных графоаналитических моделей, в связи со слабой структурированностью и слабой степенью формализованности организационно-деловых и производственно-технологических процессов. Каждый способ бизнес-моделирования обладает своими специфическими особенностями, достоинствами и недостатками, так как он создавался конкретными людьми с использованием конкретных средств и был изначально направлен на решение конкретных практических задач.

Для выбора из этого множества способа моделирования АП с целью их анализа и рациональной организации 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 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 последующую их автоматизацию, т.е. разработку и\или настройку соответствующей информационной системы, которая, в конце концов, и будет обеспечивать оказание государственных и муниципальных услуг населению в электронном виде.



### **Графоаналитическое моделирование АП.**

Выступая в роли экспертов (другого способа выбора в данном случае все равно не существует), авторы, основываясь на собственном опыте, предлагают использовать для моделирования АП так называемые блок-схемы алгоритмов с дорожками или, как они именуется в пакете Microsoft Office Visio – «*Basic Flowchart Shapes*» (BFSH), модифицированные с использованием системно-объектного подхода «Узел-Функция-Объект» (УФО-подхода).

Диаграммы BFSH 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 между собой процессов, устройств, подразделений и т.д. и т.п.

УФО-подход сводится к рассмотрению любой системы (в том числе бизнес-системы или бизнес-процесса, например, административного) с трех сторон. С одной стороны, как перекрестка входных и выходных связей/потоков, т.е. как «Узла». С другой стороны, как процесса преобразования элементов, втекающих по входным потокам, в элементы, вытекающие по выходным потокам, т.е. как «Функции». С третьей стороны, как материального явления, реализующего (выполняющего) функцию преобразования входа в выход, т.е. как «Объекта». Интеграция этих трех аспектов позволяет представить любую систему как элемент «Узел–Функция–Объект» (УФО-элемент), формализующий три очевидных факта. Во-первых, любая система обязательно находится в структуре (является узлом) системы более высокого яруса (надсистемы). Во-вторых, любая система обязательно как-либо функционирует (преобразует вход в выход). В-третьих, любая система (если она находится в структуре и функционирует) обязательно существует как материальное явление (персонал, здания, оборудование, документы и т.д. и т.п.) [1, 2].

Если использовать в диаграммах BFSH три дорожки для отображения соответственно «Узлов», «Функций» и «Объектов», то эти диаграммы становятся особенно удобными для моделирования АП. Это обусловлено тем, что эти процедуры (АП) являясь бюрократическими, во всех смыслах этого слова, представляют собой 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 и\или их состояния на различных этапах (дорожка «Узлы»). На второй 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. Например, на рисунках 1, 2 и 3 показаны три уровня представления муниципальной услуги по приватизации жилья. Контекстные по отношению к данной услуге процессы и документы выделены точечным узором. При необходимости далее могут быть аналогичным образом декомпозированы все процессы, что позволит в явном виде проследить этапы жизненного цикла соответствующих документов. Представленный на рисунках способ декомпозиции предлагается назвать декомпозицией путем развертывания, так как, в конце концов, мы можем увидеть все уровни декомпозиции на одной диаграмме.

Возможность представления иерархии процессов (и объектов), а также жизненного цикла документов чрезвычайно полезна на современном этапе анализа и организации АП. Опыт показывает, что в настоящее время описание административных регламентов носит, пока еще, итерационный характер, 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.

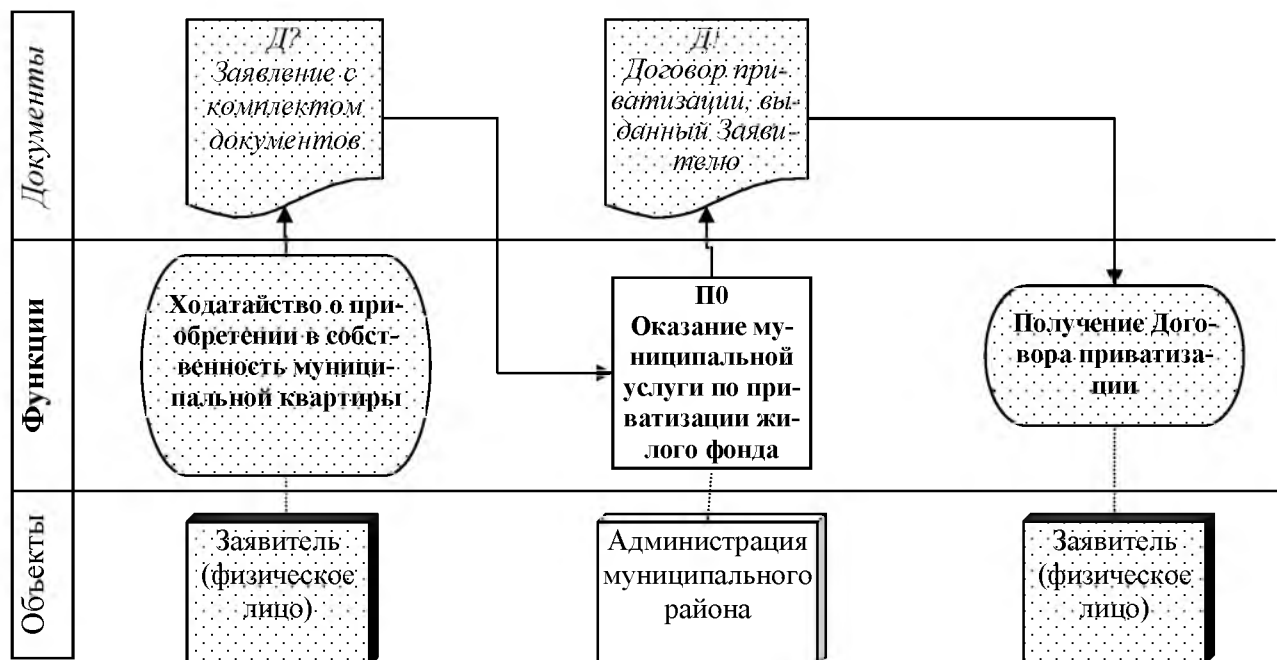


Рис. 1. Пример диаграммы BFSH с учетом УФО-подхода. Контекст

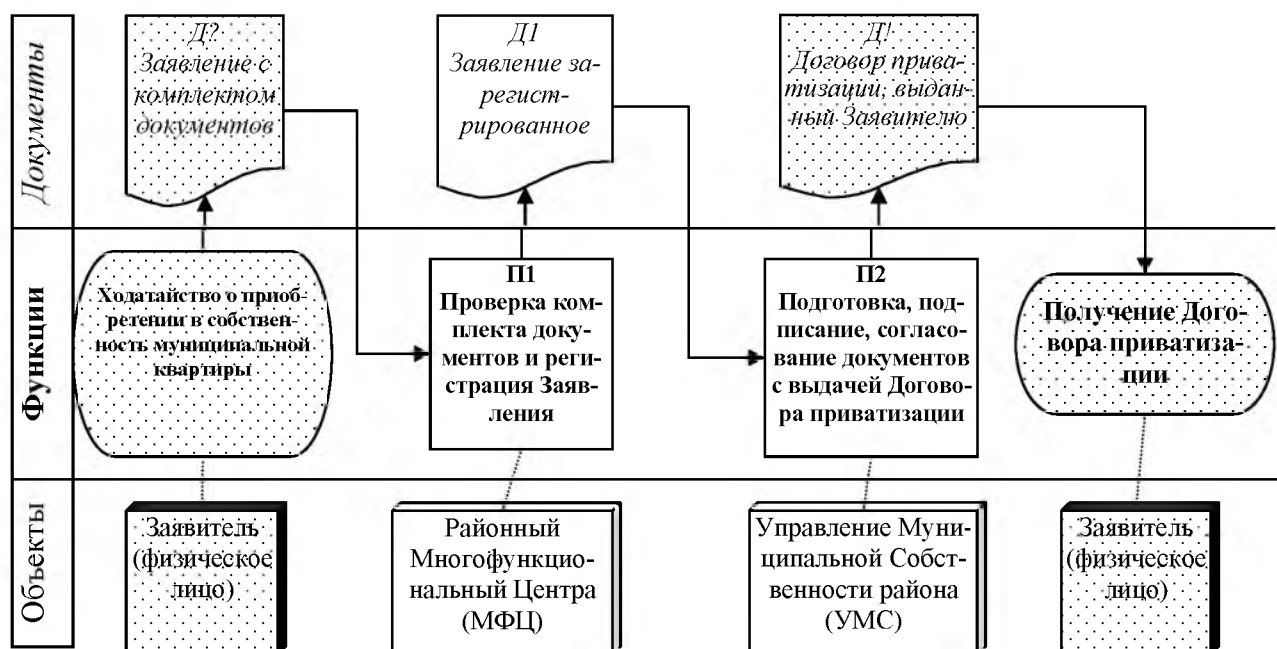


Рис. 2. Пример диаграммы BFSH с учетом УФО-подхода. Первая декомпозиция

В представленных диаграммах каждый декомпозируемый процесс разбивается на два интерфейсных подпроцесса, обеспечивающих вход и выход процесса соответственно. Это обусловлено реальным способом функционирования бюрократической машины, который заключается в том, что обязательно что-то делается с входным документом, а затем

что-то делается для получения выходного документа. Это приводит к пониманию того, что любой административный процесс естественным образом можно представить как совокупность двух взаимодействующих подпроцессов: входного (работа с входным документом) и выходного (работа по созданию выходного документа).

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

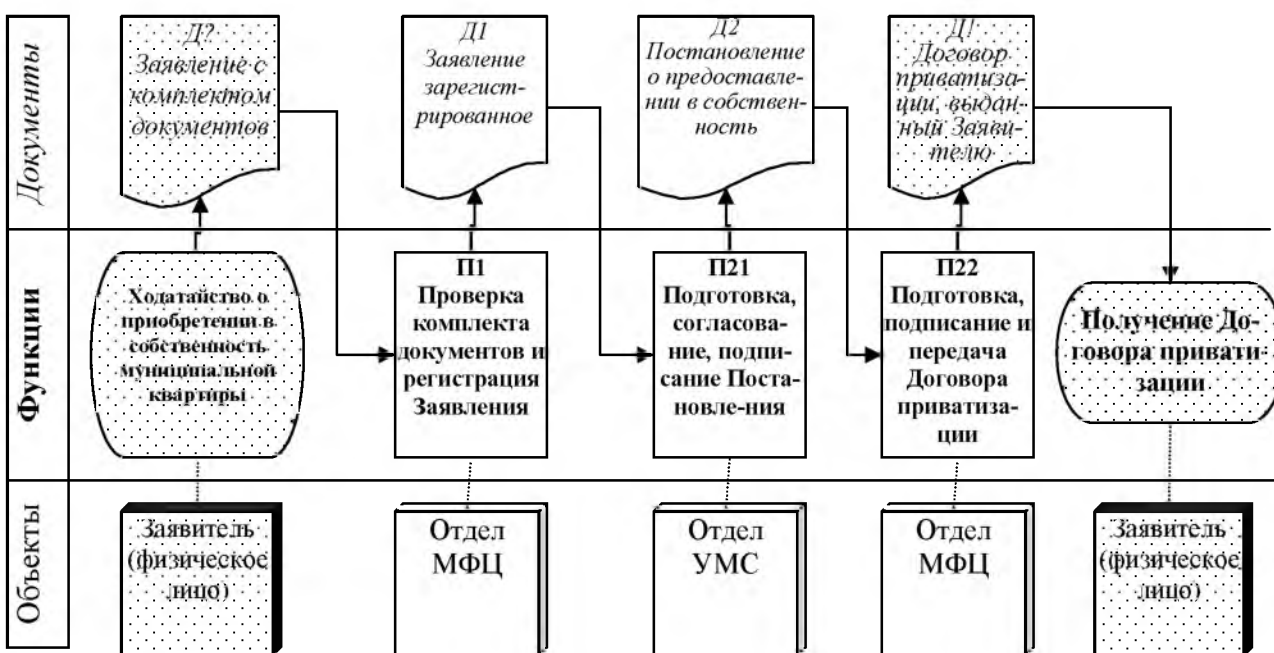


Рис. 3. Пример диаграммы BfSh с учетом UFO-подхода. Вторая декомпозиция

### Алгебраическое описание графических моделей АП.

Несмотря на свою 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 позволило бы объективизировать работы по рациональной организации АП, верификации их описаний и проверке эквивалентности. Это, в свою очередь, позволило бы решать практические задачи организации оказания государственных и муниципальных услуг населению на более конструктивном уровне.

Рассмотрим возможности алгебраического описания диаграмм BF-UFOSh, основываясь на результатах, полученных в работах [3 – 5]. Основной нашей задачей при этом будет формальное описание АП, обеспечивающее их декомпозицию на элементы нижнего уровня иерархии (анализ), а также агрегацию с другими элементами текущего уровня (синтез).

Для решения этой задачи, в первую очередь, необходимо дать 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.

УФО-модель = (E, L), где E – множество УФО-элементов; L – множество имен связей УФО-элементов.



Множество всех УФО-элементов  $E$ , а также множество всех связей  $L$  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 уровнем будем обозначать для УФО-элементов как  $E^{-1}$ , а для связей как  $L^{-1}$ .

Исходным моментом формального описания визуальных графоаналитических моделей АП, построенных с использованием УФО-подхода, является формальное определение системы как УФО-элемента ( $e_i \subset E$ ), полученное в работе [5]:

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

В данном выражении:

$(L_i?, L_i!)$  – «Узел» УФО-элемента, где  $L_i? \subset L$  – множество входных связей,  $L_i! \subset L$  – множество выходных связей данного узла.

$(S_i, S_i^o, L_i\tau)$  – «Функция» УФО-элемента, где  $S_i$  – множество подпроцессов процесса, соответствующего «Функции», которые реализуются УФО-элементами, принадлежащими классу  $E^{-1}$ ;  $S_i^o \subset S_i$  – множество интерфейсных (входных « $S_i?$ » и выходных « $S_i!$ ») подпроцессов (причем  $S_i^o = S_i? \cup S_i!$ ; в число входных связей множества подпроцессов  $S_i?$  входит множество связей  $L_i?$ , в число выходных связей множества подпроцессов  $S_i!$  входит множество связей  $L_i!$ );  $L_i\tau \subset L^{-1}$  – множество переходов\связей в  $S$ , осуществляемых путем передачи, ввода и вывода элементов глубинного яруса связанных подпроцессов:  $s_i \xrightarrow{L_i\tau} s_j$ .

$(n_i, \alpha_i, \beta_i?, \beta_i!)$  – «Объект» УФО-элемента, где  $n_i$  – имя «Объекта» ( $n_i \in N$ );  $\alpha_i$  – множество признаков «Объекта»  $n_i$ ;  $\beta_i?$  – множество показателей множества входных связей  $L_i?$ ;  $\beta_i!$  – множество показателей множества выходных связей  $L_i!$ .

Приведенный выше пример АП и рассуждение по поводу сущности бюрократических процессов показывают, что при декомпозиции АП целесообразно осуществлять, так называемую, интерфейсную декомпозицию с линейным порядком, т.е. на каждом шаге декомпозиции разбивать каждый административный процесс на входной и выходной подпроцессы, которые связаны документальным потоком, соответствующим документу или его состоянию (см. диаграммы на рис. 1-3). В работе [5] показано, что приведенное выше формальное определение системы, как УФО-элемента, в случае интерфейсной декомпозиции с линейным порядком на уровне контекстной модели принимает следующий вид:

$$e_i = \langle (\{l_i?\}, \{l_i!\}), (\{s_i^o\}), (n_i, \alpha_i, \beta_i?, \beta_i!) \rangle;$$

а на уровне одного шага декомпозиции следующий:

$$e_i = \langle (\{l_i?\}, \{l_i!\}), (\{s_i?\}, \{l_i\tau?\}, \{s_i!\}), (n_i, \alpha_i, \beta_i?, \beta_i!) \rangle,$$

где  $l_i? \in L_i?$ ,  $l_i! \in L_i!$ ,  $s_i^o \in S_i^o$ ,  $s_i? \in S_i?$ ,  $s_i! \in S_i!$ ,  $l_i\tau? \in L_i\tau$ .

Используем данные выражения для формального описания диаграмм BF-UFOSh, представленных на рисунках 1-3, т.е. для описания АП «Оказание муниципальной услуги по приватизации жилого фонда». При этом для объектов в качестве характеристики будем учитывать только их имена, так как учет остальных характеристик необходим только в случае визуализации (имитации) функционирования УФО-элементов.

Контекстной диаграмме на рисунке 1 будет соответствовать выражение:

$$АП_{\text{приват}} = \langle (D?, D!), (Po), (Админ\_Района) \rangle.$$

Диаграмме первого уровня декомпозиции на рисунке 2 будет соответствовать выражение:

$$АП_{\text{приват}} = \langle (D?, D!), (P1, D1, P2), (МФЦ, УМС) \rangle.$$

Диаграмме второго уровня декомпозиции на рисунке 3 будет соответствовать выражение:

$$АП_{\text{приват}} = \langle (D?, D!), (P1, D1, P21, D2, P22), (Отдел МФЦ, Отдел УМС) \rangle.$$

Исследование представленного способа системного графоаналитического и алгебраического описаний на различных примерах АП (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.



С точки зрения формального моделирования АП необходимо, по аналогии с суждениями в работе [3], отметить особую роль преобразование подобия на множестве УФО-элементов  $E$ , которое представляет собой отображение множества  $E$  в себя, не выводящее элемент из своего класса, и имеет вид:  $f: E \rightarrow E; f(e_i) = e_j$ . Данное преобразование используется для формализации понятия «сходства» УФО-элементов. Конкретный вид  $f$  определяется предметной областью анализа и моделирования и представляет собой подгруппу или группу преобразований подобия  $S$  с учетом представления системы как трех-элементной конструкции «узел», «функция» и «объект» следует говорить о трех видах преобразования подобия [3], которые на соответствующих нашему примеру бинарных УФО-элементах могут быть определены представленным ниже способом.

Во-первых,  $f(e_i) = e_j$ , где  $e_i$  и  $e_j$  такие, что  $(L_i?, L_i!) = (L_j?, L_j!)$ . Преобразование подобия  $f_y$  (преобразование относительно узла) – это такое преобразование, при котором не меняются узловые (структурные) характеристики УФО-элемента, но изменяются его функциональные и объектные характеристики, т.е. справедливы неравенства:  $(S_i, S_i^o, L_i\tau) \neq (S_j, S_j^o, L_j\tau); (n_i, \alpha_i, \beta_i?, \beta_i!) \neq (n_j, \alpha_j, \beta_j?, \beta_j!)$ .

В нашем случае важно, что такое преобразование подобия элемента относительно структуры (узла)  $f_y$  моделирует все виды модернизации (реинжиниринга) АП, осуществляемой путем изменения ее функциональной способности и объектных характеристик, например, путем автоматизации выполнения АП, а также путем упрощения бюрократической процедуры.

Во-вторых:  $f(e_i) = e_j$ , где  $e_i$  и  $e_j$  такие, что  $(S_i, S_i^o, L_i\tau) = (S_j, S_j^o, L_j\tau)$ . Преобразование подобия  $f_\phi$  (преобразование относительно функции) – это такое преобразование, при котором не меняются функциональные и, естественно, узловые  $((L_i?, L_i!) = (L_j?, L_j!))$  характеристики УФО-элемента, но изменяются его объектные характеристики, т.е. справедливо неравенство:  $(n_i, \alpha_i, \beta_i?, \beta_i!) \neq (n_j, \alpha_j, \beta_j?, \beta_j!)$ . Из определения функции УФО-элемента следует, что  $f_\phi \subset f_y$ .

В нашем случае важно, что такое преобразование подобия элемента относительно функции  $f_\phi$  моделирует все виды постепенного усовершенствования АП, осуществляемого, например, путем усовершенствования технических средств или путем повышения квалификации сотрудников, а также путем перераспределения обязанностей (ответственности).

В-третьих:  $f(e_i) = e_j$ , где  $e_i$  и  $e_j$  такие, что  $(n_i, \alpha_i, \beta_i?, \beta_i!) = (n_j, \alpha_j, \beta_j?, \beta_j!)$ . Преобразование подобия  $f_o$  (преобразование относительно объекта) – это такое преобразование, при котором не меняются объектные характеристики УФО-элемента, а также функциональные  $((S_i, S_i^o, L_i\tau) = (S_j, S_j^o, L_j\tau))$  и узловые  $((L_i?, L_i!) = (L_j?, L_j!))$  характеристики, но меняется экземпляр объекта, который реализует функциональность, балансирующую данный узел. Из определения объекта УФО-элемента следует, что  $f_o \subset f_\phi \subset f_y$ .

В нашем случае важно, что такое преобразование подобия образующей относительно субстанции (объекта)  $f_o$  моделирует все виды ремонта (т.е. восстановления функционирования системы путем восстановления ее конкретных частей) АП, осуществляемого, например, путем ремонта технических средств с использованием запасных частей, а также путем прием на работу нового сотрудника взамен выбывшего.

Сказанное выше позволяет формализовать новыми алгебраическими средствами по аналогии с работой [3] важные для моделирования АП понятия: модернизация, усовершенствование и ремонт. Модернизация есть преобразование подобия относительно узла:

$$f_y \langle (L_i?, L_i!), (S_i, S_i^o, L_i\tau), (n_i, \alpha_i, \beta_i?, \beta_i!) \rangle = \langle (L_j?, L_j!), (S_j, S_j^o, L_j\tau), (n_j, \alpha_j, \beta_j?, \beta_j!) \rangle.$$

Усовершенствование есть преобразование подобия относительно функции:

$$f_\phi \langle (L_i?, L_i!), (S_i, S_i^o, L_i\tau), (n_i, \alpha_i, \beta_i?, \beta_i!) \rangle = \langle (L_i?, L_i!), (S_i, S_i^o, L_i\tau), (n_j, \alpha_j, \beta_j?, \beta_j!) \rangle.$$

Ремонт есть преобразование подобия относительно объекта:

$$f_o \langle (L_i?, L_i!), (S_i, S_i^o, L_i\tau), (n_i, \alpha_i, \beta_i?, \beta_i!) \rangle = \langle (L_i?, L_i!), (S_i, S_i^o, L_i\tau), (n_i, \alpha_i, \beta_i?, \beta_i!) \rangle.$$

Последние три выражения в совокупности составляют, по сути дела, доказательство утверждения:  $f_o \subset f_\phi \subset f_y$ , которое может быть интерпретировано, например, следующим образом. Во-первых, преобразование подобия  $f_o$  относительно объекта (самое слабое) является преобразованием только с формальной точки зрения. Содержательно никакого преобразования фактически не происходит; происходит просто восстановление системы. Во-вторых, преобразование подобия  $f_y$  относительно узла (самое сильное, глубокое пре-



образование) устанавливает границу, за которой преобразование системы уже не будет сохранять ее подобия; т.е. не будет преобразованием данной системы, а будет возникать уже другая система.

С точки зрения практической задачи оказания государственных и муниципальных услуг населению в электронном виде преобразование подобия  $f_o$  относительно объекта моделирует перенастройку информационной системы, автоматизирующей выполнение АП, на работу в другом регионе. Это обусловлено тем, что в соответствии с госпрограммой «Электронная Россия» алгоритм оказания одинаковых услуг должен быть, по идее, идентичен по всей стране. Преобразование подобия  $f_f$  относительно функции моделирует работу по ликвидации «узких мест» в административной структуре при оказании государственных и муниципальных услуг населению путем перераспределения потоков документов. Преобразование же подобия  $f_y$  относительно узла моделирует принципиальное изменение порядка выполнения АП, в первую очередь, за счет упрощения бюрократической процедуры, например, путем сокращения числа согласований документов.

### **Выводы.**

Предложенный способ описания АП в виде модифицированных с помощью УФО-подхода диаграмм BFSh, а также их формализация позволяет строить модели АП, удовлетворяющие требованию системности. Данные модели позволяют эффективно решать задачу создания и настройки информационной системы, обеспечивающей оказание государственных и муниципальных услуг в электронном виде, что проверено авторами на практике.

Рассмотренные выражения для формального описания систем (УФО-элементов), представленных в виде диаграмм BF-UFOSh, и приведенный пример описания диаграмм для конкретной АП затрагивают, в основном, вопросы структурного формального анализа АП. Однако, предложенное алгебраическое описание систем как УФО-элементов обеспечивает также возможность проведения не только формального, но и содержательного анализа и содержательного сравнения АП. Авторы планируют рассмотреть этот вопрос в последующей публикации.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 10-07-00266.*

### **Список литературы**

1. 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.
2. 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.
3. 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 – М, 2009. – №3. – С. 75-87.
4. Жихарев А.Г., Маторин С.И. Метод формализации организационных знаний // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2011. – №2. – С. 52-63.
5. Зимовец О.А., Маторин С.И. Интеграция средств формализации графоаналитических моделей «Узел-Функция-Объект» // Искусственный интеллект и принятие решений – 2012 -№1 – С. 95-102.

## **MODELING OF ADMINISTRATIVE PROCEDURES WITH BASED ON SYSTEM APPROACH "UNIT-FUNCTION-OBJECT"**

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

*Belgorod National Research  
University*

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

Original methods of graph-analytical system and algebraic description of administrative procedures to ensure the provision of public and municipal services to the public in electronic form as part of the program "Electronic Russia" the article considers.

Key words: system analysis, system-object approach, "Unit-Function-Object", administrative procedures, Basic Flowchart Shapes, process calculus, calculus of functions.