

УДК 004.94

DOI: 10.18413/2518-1092-2020-5-4-0-8

Жихарев А.Г.¹
Маматов Р.А.²

**ОБЗОР И АНАЛИЗ СРЕДСТВ И МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ОРГАНИЗАЦИОННО-ДЕЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ**

¹ Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ул. Костюкова, д. 46, г. Белгород, 308012, Россия

² Управление Росгвардии по Белгородской области, ул. Преображенская, д. 60а, г. Белгород, 308009, Россия

e-mail: zhikharev@bsu.edu.ru

Аннотация

В статье рассматриваются популярные средства и методы системного анализа, позволяющие проводить моделирование организационно-деловых процессов с целью их оптимизации. Авторы показывают, что оптимизация организационно-деловых процессов, как правило, сводится к соответствию или несоответствию моделируемой системы общесистемным принципам и закономерностям. В тоже время, существующие методы системного анализа не позволяют учитывать в моделях все системные характеристики моделируемого объекта, которые напрямую влияют на реализацию функционального запроса надсистемы. Для решения задач оптимизации авторы предлагают использовать системно-объектный подход и теорию систем, построенную на его основе. В работе приводятся основные положения метода системно-объектного моделирования процессов и систем. Рассматривается, в первую очередь, формальный аппарат метода – исчисление систем как функциональных объектов, который в перспективе позволит разработать методы оптимизации организационно-деловых процессов, основанные на учете общесистемных принципов и закономерностей. На базе таких методов откроется возможность реализации алгоритмов оптимизации, которые в автоматическом режиме приведут модель организационно-делового процесса в соответствие тем или иным параметрам оптимизации.

Ключевые слова: система; организационная система; метод системного анализа; организационно-деловой процесс; исчисление систем; СОМПЗ; системно-объектный подход.

UDC 004.94

Zhikharev A.G.¹
Mamatov R.A.²

**REVIEW AND ANALYSIS OF MEANS AND METHODS FOR MODELING
ORGANIZATIONAL BUSINESS PROCESSES**

¹ Belgorod state technological university named after V.G. Shukhov, 46 Kostyukova St., Belgorod, 308012, Russia

² Rosgvardia Directorate for the Belgorod Region, 60a Preobrazhenskaya St., Belgorod, 308009, Russia

e-mail: zhikharev@bsu.edu.ru

Abstract

The article discusses popular tools and methods of system analysis that allow modeling organizational and business processes in order to optimize them. The authors show that the optimization of organizational and business processes, as a rule, comes down to the conformity or inconsistency of the modeled system with the general system principles and laws. At the same time, the existing methods of system analysis do not allow taking into account in the models all the system characteristics of the modeled object, which directly affect the implementation of the functional request of the supersystem. To solve optimization problems, the authors propose to use the system-object approach and systems theory built on its basis. The paper presents the main provisions of the method of system-object modeling of processes and systems. The article considers, first of all, the formal apparatus of the method – the calculus of systems as functional objects, which in the future will allow developing methods for optimizing organizational and business processes based on taking into account general system principles and laws. On the basis of such methods, it will be possible to implement optimization algorithms that will automatically

bring the model of the organizational and business process in accordance with one or another optimization parameter.

Keywords: system; organizational system; method of system analysis; organizational and business process; calculus of systems; SOMPZ; system-object approach.

ВВЕДЕНИЕ

Научно-технический прогресс в настоящее время не только всячески упрощает процессы жизнедеятельности человечества, но и имеет «обратную» сторону, не связанную с экологией, моралью и т.п. Речь идет о том, что существующие системы, функционирующие на благо человечества, становятся сложнее и сложнее по своей природе, структуре, функциональным возможностям и т.п. В то же время организационные структуры также имеют тенденцию усложняться и разрастаться. Такое «развитие» часто перестает быть контролируемым, вследствие чего, функционирующие организационно-деловые процессы в рамках некоторой организационной системы становятся неэффективными, а иногда, и вовсе, мешают реализовывать те функциональные запросы, ради которых существует организационная система. На данном этапе становятся актуальными задачи оптимизации организационно-деловых процессов по различным критериям оптимизации. Не зря, сейчас получила свое развитие концепция бережливого производства [1], которую можно рассматривать как прообраз системы менеджмента качества. Бережливое производство призвано организовать процессы таким образом, чтобы минимизировать потери различной природы.

Современное развитие науки и техники позволяет разработчикам, проектировщикам, инженерам широко использовать информационные технологии для решения поставленных задач. К числу таких задач относится составление моделей (бизнес-моделей, математических, логистических и других), проведение вычислительных экспериментов, анализов моделей, построение графиков, чертежей, схем [2-4]. Решение перечисленных задач обеспечивается различными методами, в том числе методом имитационного моделирования [5]. Это эффективный метод исследования объектов и процессов окружающего мира. При этом необходимо учитывать регулярное усложнение исследуемых объектов с точки зрения их структуры и управления ими. Метод имитационного моделирования реализуется в программах-симуляторах, которые выполняют функцию замены реального объекта или процесса виртуальным, с сохранением необходимой и достаточной степени точности [6].

Актуальность настоящей работы, в общем смысле, обусловлена существованием проблем в области системного анализа и моделирования сложных объектов и процессов. В процессе проведения исследований было установлено [7-9], что ключевой проблемой в данной области является – отсутствие полноценной системной теории, содержащей методы и средства описания объектов реального мира для изучения закономерностей их функционирования и развития, которая позволяла бы в полной мере анализировать как статические системные характеристики, так и динамические, определяющие состояния объектов и процессов. Стоит добавить, на данный момент не изучена связь системного анализа с методами имитационного моделирования, и в практике имитационного моделирования не применяются результаты системных исследований.

Также стоит отметить, что существуют проблемы с выявлением критериев оценки эффективности функционирования имитационных моделей объектов и процессов реального мира [10]. Существуют проблемы получения обобщающих выводов и рекомендаций [11]; сложность оптимизации системы (многовариантность расчётов при наличии вероятностных помех) [12].

Таким образом, проблема оптимизации организационно-деловых процессов может быть решена за счет применения соответствующих технологий системного анализа, включающих различные методы моделирования [13].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Рассмотрим несколько наиболее популярных технологий, позволяющих строить различные модели организационных систем.

Диаграммы потоков данных (DFD) являются средством моделирования функциональных требований к проектируемой системе. С их помощью эти требования разбиваются на функциональные компоненты (процессы) и представляются в виде сети, связанной потоками данных. Главная цель таких средств – продемонстрировать, как каждый процесс преобразует свои входные данные в выходные, а также выявить отношения между этими процессами.

Главная цель построения модели в виде иерархического множества DFD-диаграмм заключается в том, чтобы сделать требования к проектируемой системе ясными и понятными на каждом уровне детализации, а также разбить эти требования на части с точно определенными отношениями между ними.

Важную специфическую роль в модели играет специальный вид DFD-диаграммы – **контекстная диаграмма**, моделирующая систему наиболее общим образом. Контекстная диаграмма отражает интерфейс системы с внешним миром, а именно, информационные потоки между системой и внешними сущностями, с которыми она должна быть связана. Она идентифицирует эти внешние сущности, а так же, как правило, единственный процесс, отражающий главную цель или природу системы насколько это возможно. И хотя контекстная диаграмма выглядит тривиальной, несомненная ее полезность заключается в том, что она устанавливает границы анализируемой системы. Каждый проект должен иметь ровно одну контекстную диаграмму, при этом нет необходимости в нумерации единственного ее процесса.

Декомпозиция DFD-диаграммы осуществляется на основе процессов: каждый процесс может раскрываться с помощью DFD-диаграммы нижнего уровня. DFD-диаграмма первого уровня строится как декомпозиция процесса, который присутствует на контекстной диаграмме. Построенная диаграмма первого уровня также имеет множество процессов, которые в свою очередь могут быть декомпозированы. Таким образом, строится иерархия DFD-диаграмм с контекстной диаграммой в корне дерева. Этот процесс декомпозиции продолжается до тех пор, пока процессы могут быть эффективно описаны с помощью коротких (до одной страницы) спецификаций процессов.

Стандарт **IDEF0** (FIPS183) предназначен для создания функциональной модели, отображающей структуру и функции системы, а также потоки информации и материальных объектов, связывающие эти функции. Данный документ представляет собой оформление (по инициативе Министерства обороны США) в виде стандарта технологии анализа сложных систем **SADT** (Structured Analysis and Design Technique), разработанной группой американских аналитиков во главе с Дугласом Россом в 1973 году.

Метод, предлагаемый стандартом IDEF0, предназначен для функционального моделирования, то есть моделирования выполнения функций объекта, путем создания описательной графической модели, показывающей что, как и кем делается в рамках функционирования предприятия. Функциональная модель представляет собой структурированное изображение функций производственной системы или среды, информации и объектов, связывающих эти функции. Модель строится методом декомпозиции: от крупных составных структур к более мелким, простым. Элементы каждого уровня декомпозиции представляют собой действия по переработке информационных или материальных ресурсов при определенных условиях с использованием заданных механизмов. Каждое действие раскладывается на более мелкие операции по переработке определенной части информационных или материальных ресурсов при определенных условиях с использованием части заданных механизмов. Аналогично раскладываются операции. Последний шаг декомпозиции должен приводить к получению модели, степень детализации которой удовлетворяет требованиям, заданным в самом начале процесса создания модели.

Стандарт **IDEF3** предназначен для документирования технологических процессов, происходящих на предприятии, и предоставляет инструментарий для наглядного исследования и моделирования их **сценариев**.

Рассмотрим особенности данного стандарта, используя работу [14].

Сценарием называется описание последовательности изменений свойств объекта, в рамках рассматриваемого процесса (например, описание последовательности этапов обработки детали в цеху и изменение её свойств после прохождения каждого этапа). Исполнение каждого сценария сопровождается соответствующим документооборотом, который состоит из двух основных потоков: документов, определяющих структуру и последовательность процесса (технологических указаний, описаний стандартов и т. д.), и документов, отображающих ход его выполнения (результатов тестов и экспертиз, отчетов о браке, и т. д.). Для эффективного управления любым процессом, необходимо иметь детальное представление о его сценарии и структуре сопутствующего документооборота. Средства документирования и моделирования IDEF3 позволяют выполнять следующие задачи:

- Документировать имеющиеся данные о технологии процесса, выявленные, скажем, в процессе опроса компетентных сотрудников, ответственных за организацию рассматриваемого процесса.
- Определять и анализировать точки влияния потоков сопутствующего документооборота на сценарий технологических процессов.
- Определять ситуации, в которых требуется принятие решения, влияющего на жизненный цикл процесса, например изменение конструктивных, технологических или эксплуатационных свойств конечного продукта.
- Содействовать принятию оптимальных решений при реорганизации технологических процессов.
- Разрабатывать имитационные модели технологических процессов, по принципу «Как будет если...».

Объектно-ориентированное моделирование, как и методы системно-структурного моделирования и анализа, предполагает использование некоторой нормативной системы, т.е. языка, состоящего из набора символов, имеющих определенное значение (семантику), и правил манипулирования ими (синтаксиса).

В настоящее время благодаря усилиям концерна Object Management Group (OMG) создан единый стандарт языка объектного моделирования – Unified Modelling Language (UML).

Язык UML – это, в первую очередь, стандартное средство для составления «чертежей» программного обеспечения (ПО). Однако, сфера его применения не ограничивается моделированием программ. Он предназначен для визуализации, специфицирования, конструирования и документирования различных аспектов анализируемых и проектируемых систем произвольной природы. При этом, в дальнейшем, обеспечивается возможность компьютерного моделирования этих систем с помощью объектно-ориентированных языков программирования [15].

Все перечисленные и другие подобные технологии системного анализа имеют один существенный недостаток – технологии не содержат средства, позволяющие в полной мере описать системообразующие факторы организационно-деловой системы, включающие структурные, функциональные и объектные характеристики системы. С точки зрения оптимизации процессов организационной системы, этот недостаток является критическим, так как в большей степени критерии эффективности функционирования системы всегда связаны с возможностями отдельных подсистем отвечать требованиям и запросам надсистемы, что в свою очередь определяется структурными, функциональным и объектными требованиями к системе.

Перспективным решением подобных задач – является системно-объектный подход к моделированию, позволяющий описать систему с трех позиций: структура, функция, объект. На основе системно-объектного подхода был разработан формализованный метод графоаналитического моделирования организационно-деловых и производственно-технологических процессов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Основные концептуальные положения системного подхода, с учетом которых далее будут описываться формальные конструкции исчисления, лежащего в основе разрабатываемой системной теории представлены ниже.

Во-первых, система рассматривается как функциональный объект, функция которого обусловлена функцией объекта более высокого яруса (т.е. надсистемы).

Во-вторых, любая система обязательно связана с другими системами и эти связи представляют собой потоки элементов глубинного яруса связанных систем. При этом связи данной системы с другими системами – функциональные, связи между подсистемами данной системы – поддерживающие.

В-третьих, следствием упомянутого выше определения системы и понимания связи между системами является представление системы в виде триединой конструкции «Узел-Функция-Объект» (УФО-элемента), где:

- узел – структурный элемент надсистемы в виде перекрестка связей данной системы с другими системами;
- функция – динамический (функциональный) элемент надсистемы, выполняющий определенную роль с точки зрения поддержания надсистемы путем балансирования связей данного узла;
- объект – субстанциальный элемент надсистемы, реализующего данную функцию в виде некоторого материального образования, обладающего конструктивными, эксплуатационными и т.д. характеристиками.

Ранее авторами проводились исследования по формализации системно-объектного подхода с использованием теории паттернов Гренандера и исчисления процессов Милнера. Однако, полноценного описания систем как элементов «Узел-Функция-Объект» с их помощью получить не удалось. В настоящий момент наиболее перспективными для формализации УФО-подхода представляются идеи, заложенные в исчислении объектов Аббади-Кардели. Понимание и формулировка абстрактного объекта в данном исчислении позволили при разработке СОМПЗ предложить формальное описание УФО-элемента как специального «узлового» объекта, а также формальное описание связи как специального «потокowego» объекта. Данные формализмы используются нами далее при построении исчисления функциональных объектов, т.е. исчисления систем как УФО-элементов, что в дальнейшем позволит разработать методы и алгоритмы оптимизации организационно-деловых процессов.

Для создания упомянутого исчисления введем в рассмотрение множество потоковых объектов L , соответствующее множеству связей системы.

$$L = \{l_1, l_2, \dots, l_i, \dots, l_n\}, \quad (1)$$

где n – количество потоковых объектов (связей системы).

Каждый n -й элемент множества L представляет собою специальный потоковый объект (соответствующий конкретной связи системы), который в соответствии с теорией объектов Аббади-Кардели состоит из полей не включает методы и имеет следующий вид:

$$l_n = [r^1, r^2, \dots, r^k], \text{ где:} \quad (2)$$

$l_n \in L$;

k – количество полей потокового объекта l_n ;

r^1, r^2, \dots, r^k – поля потокового объекта, представляющие собой пару «идентификатор-значение».

Множество L при этом примет следующий вид:

$$L = \{l_1 = [r_1^1, r_1^2, \dots, r_1^{k_1}], l_2 = [r_2^1, r_2^2, \dots, r_2^{k_2}], \dots, l_n = [r_n^1, r_n^2, \dots, r_n^{k_n}]\}, \quad (3)$$

где нижние индексы полей r – представляют собою номер потокового объекта – родителя, а верхние индексы полей r – это порядковый номер поля в рамках родительского потокового объекта, причем k_n – количество полей потокового объекта l_n . Обозначим множество полей потокового объекта l_n переменной R_n , тогда:

$$R_n = \{ r_n^{kn} \mid r_n^{kn} = [\text{идентификатор}, \text{значение}] \} \quad (4)$$

Таким образом, множество L потоковых объектов (связей системы) можно определить следующим образом:

$$L = \{l_n \mid l_n = [R_n]\} \quad (5)$$

Введем далее в рассмотрение множество узловых объектов S , которое соответствует множеству систем как УФО-элементов, согласно основным положениям СОМПЗ.

$$S = \{s_1, s_2, \dots, s_j, \dots, s_m\} \quad (6)$$

где m – количество узловых объектов (систем).

Каждый j -й элемент множества S представляет собою специальный узловой объект (соответствующий конкретной системе/УФО-элементу), который в соответствии с теорией объектов Абади-Кардели состоит из полей и метода и имеет следующий вид:

$$s_j = [U, f, O], \text{ где} \quad (7)$$

U – представляет собою множество полей для описания интерфейсных потоковых объектов узлового объекта s_j , соответствующих множеству функциональных связей данной системы. Множество $U = L_? \cup L_!$, где $L_?$ – представляет собою множество входящих интерфейсных потоковых объектов, соответствующих входящим связям системы, $L_!$ – представляет собою множество исходящих интерфейсных потоковых объектов, соответствующих выходящим связям системы. Индексы «?» и «!» потоковых объектов в работе применяются как обозначение входящего – «?» и исходящего «!» потокового объекта по отношению к узловому объекту (смотрите рисунок 1). Причем: $L_? \subset L$; $L_! \subset L$.

f – представляет собою метод узлового объекта s_j , описывающий функцию преобразования входящих интерфейсных потоковых объектов (входящих связей системы) $L_?$ в выходящие – $L_!$. Далее метод узлового объекта будем представлять в следующем виде:

$$f(L_?)L_! \quad (8)$$

где f – метод узлового объекта (функция системы) с областью определения $L_?$ и областью значений $L_!$, соответственно.

O – представляет собою множество полей для описания объектных характеристик узлового объекта (системы) s_j , элементы которого имеют следующий формат:

$$O = \{o_i \mid o_i = [\text{идентификатор, значение}]\}, \quad (9)$$

где i – представляет собой количество полей узлового объекта s_m . Множество полей для описания объектных характеристик системы состоит из трех подмножеств:

$$O = O_? \cup O_! \cup O_f \quad (10)$$

Множество полей $O_?$ содержит интерфейсные входные характеристики узлового объекта. Для каждого поля каждого входного потокового объекта в множестве $O_?$ содержится соответствующий экземпляр вида (9). Таким образом, если, например множество входящих потоковых объектов состоит из одного элемента (потокового объекта l_1), а множество полей входящего потокового объекта состоит из двух элементов следующего вида:

$$L_? = \{l_1 = [r_1, r_2]\} \quad (11)$$

тогда соответствующее множество $O_?$ примет вид:

$$O_? = \{o_1, o_2\} \quad (12)$$

Мощность множества $O_?$ будет зависеть от количества входящих интерфейсных потоковых объектов и количества их полей. Если мощность множества:

$$|L_?| = n, \quad (13)$$

а мощности входных потоковых объектов:

$$|l_1^1| = m_1, |l_1^2| = m_2, \dots, |l_1^n| = m_n, \quad (14)$$

тогда мощность соответствующего множества интерфейсных характеристик объекта $O_?$ будет равна:

$$|O_?| = \sum_1^n |l_1^n| \quad (15)$$

Мощность множества $O_!$ (соответствует выходящим интерфейсным потоковым объектам), по аналогии с выражением (15) вычисляется по формуле:

$$|O_!| = \sum_1^n |l_1^n| \quad (16)$$

Множество O_f содержит объектные характеристики системы, присущие объекту реализующему функцию, и их количество будет зависеть от конкретной системы.

Таким образом, систему в рамках исчисления систем, описанную выражением (7) будем представлять в виде следующего выражения:

$$s_j = [L_?, L_!; f(L_?)L_!; O_?, O_!, O_f] \quad (17)$$

Графическое представление выражения (17) показано на рисунке.

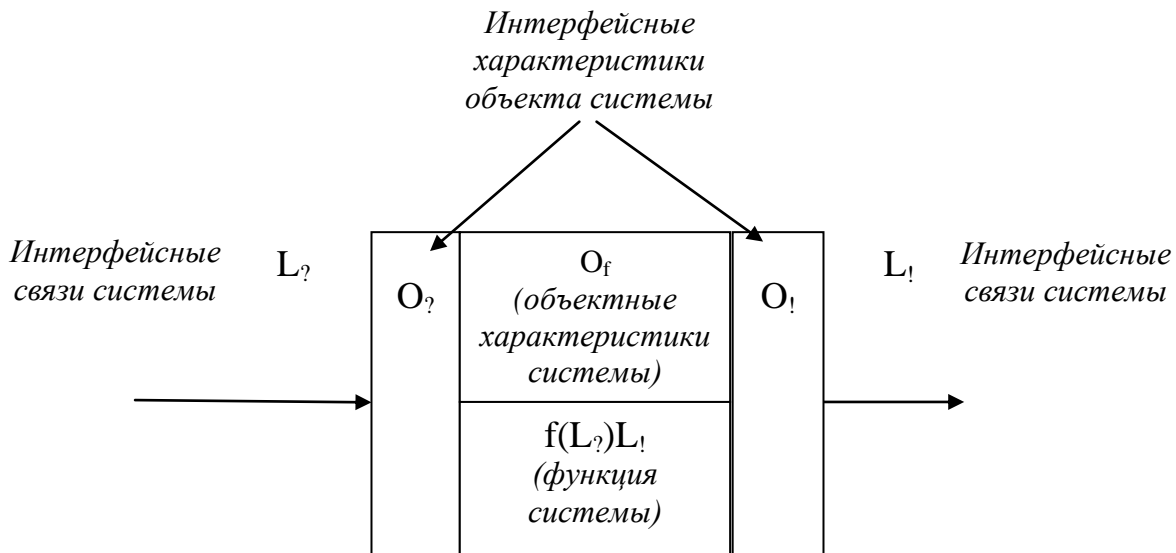


Рис. Графический формализм системы как UFO-элемента
Fig. Graphic formalism of the system as a UFO element

Данное представление будем рассматривать как графический формализм, по аналогии с графическим формализмом – образующей – в теории паттернов Гренандера. Этот производный объект будет являться элементарным носителем информации в нашем исчислении.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как было представлено выше, рассмотренный формализованный метод моделирования позволяет в полной мере описать организационную систему и открывает перспективы создания методов и алгоритмов оптимизации организационно-деловых процессов по различным критериям. Главным образом планируется рассматривать общесистемные принципы и закономерности, нарушение которых, как правило, и приводит к неэффективному функционированию системы в целом и отдельных ее частей, в частности.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследования выполнены при финансовой поддержке проектов Российского фонда фундаментальных исследований № 18-07-00355, 19-07-00290, 19-07-00111.

Список литературы

1. Царенко А.С. «Бережливое государство»: перспективы применения бережливых технологий в государственном управлении в России и за рубежом. Государственное управление // Электронный вестник. 2014. № 45.
2. Бондаренко М.Ф., Маторин С.И., Соловьева Е.А. Моделирование и проектирование бизнес-систем: методы, стандарты, технологии. Под ред. Э.В. Попова. Харьков: «Компания СМИТ». 2004. 272 с.
3. Бир С. Кибернетика и менеджмент. М.: ДомКнига. 2010. 280 с.
4. Ойхман Е.Г., Попов Э.В. Рейнжиниринг. М.: Финансы и статистика. 1997. 336 с.

5. Емельянов А.А., Н.З. Емельянова Имитационное моделирование и компьютерный анализ экономических. Смоленск: Издательство «Универсум». 2014. 230 с.
6. Тубольцева О.М., Маторин С.И. Моделирование деловых процессов на основе специализированного UFO-метода // Научные ведомости БелГУ. Сер. Информатика. 2014. №15(186). Выпуск №31/1. С. 83-89.
7. Маторин С.И., Жихарев А.Г. Системно-объектный подход как основа общей теории систем // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 2019. № 46 (4). С. 717–730.
8. Маторин С.И. Системный подход к личной жизни // Сборник РФФИ. 2014. №17. С. 300-309.
9. Мельник М.С. Формирование общей теории систем: результаты и проблемы исследования Москва: Социально-политические науки, 2013. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-obschey-teorii-sistem-rezultaty-i-problemy-issledovaniya> (дата обращения: 13.06. 2020).
10. Звягин Л.С. Ключевые аспекты имитационного моделирования сложных систем // Молодой ученый. 2016. № 12 (116). С. 19-23.
11. Кокин А.Г. Оптимизация имитационных моделей // Вестник Курганского государственного университета. Серия: «Технические науки». 2011. №1(6). С. 85-88.
12. Леонова Н.Л. Имитационное моделирование: конспект лекций. СПбГТУРП. СПб. 2015. 94 с.
13. Егоров И.А., Жихарев А. Г., Маторин С. И. К вопросу оптимизации системно-объектных имитационных моделей // Научный результат. Информационные технологии. Т.4. №2. 2019. С. 36-42.
14. Верников Г. Основные методологии обследования организации. Стандарт IDEF0. URL: http://www.consulting.ru/main/mgmt/texts/m7/079_idef.shtml (дата обращения: 13.06. 2020).
15. Жихарев А.Г., Зимовец О.А., Тубольцев М.Ф., Кондратенко А.А. Теория систем и системный анализ: учебник. Под ред. С.И. Маторина. Москва: КНОРУС, 2020. 456 с.

References

1. Tsarenko A.S. "Lean State": Prospects for the Application of Lean Technologies in Public Administration in Russia and Abroad. Public administration // Electronic bulletin. 2014. No. 45.
2. Bondarenko M.F, Matorin S.I., Solovieva E.A. Modeling and design of business systems: methods, standards, technologies. Ed. E.V. Popov. Kharkiv: "Company SMITH". 2004. 272 p.
3. Beer S. Cybernetics and Management. M.: DomKniga. 2010. 280 p.
4. Oikhman E.G., Popov E.V. Reengineering. Moscow: Finance and Statistics. 1997. 336 p.
5. Emelyanov A.A., Emelyanova N.Z. Simulation modeling and computer analysis of economic. Smolensk: Universum Publishing House. 2014. 230 p.
6. Tuboltseva O.M., Matorin S.I. Modeling business processes based on a specialized UFO method // Scientific Bulletin of BelGU. Ser. Informatics. 2014. No. 15 (186). Issue No. 31/1. Pp. 83-89.
7. Matorin S.I., Zhikharev A.G. System-object approach as the basis of general systems theory // Scientific Bulletin of Belgorod State University. Series: Economics. Informatics. 2019. No. 46 (4). Pp. 717-730.
8. Matorin S.I. A systematic approach to personal life // Collection of RFBR. 2014. No. 17. Pp. 300-309.
9. Miller M.S. Formation of the general theory of systems: results and problems of research Moscow: Socio-political sciences, 2013. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-obschey-teorii-sistem-rezultaty-i-problemy-issledovaniya> (date of access: 13.06.2020).
10. Zvyagin L.S. Key Aspects of Simulation of Complex Systems // Young Scientist. 2016. No. 12 (116). Pp. 19-23.
11. Kokin A.G. Optimization of simulation models // Bulletin of the Kurgan State University. Series: "Technical Sciences". 2011. No. 1(6). Pp. 85-88.
12. Leonova N.L. Simulation modeling: lecture notes. SPbGTURP. SPb. 2015. 94 p.
13. Egorov I.A., Zhikharev A.G., Matorin S.I. On the issue of optimization of system-object simulation models. Scientific Result. Information Technology. Т.4. № 2. 2019. Pp. 36-42.
14. Vernikov G. Basic methodology of the organization survey. IDEF0 standard. URL: http://www.consulting.ru/main/mgmt/texts/m7/079_idef.shtml (date accessed: 13.06.2020).
15. Zhikharev A.G., Zimovets O.A., Tuboltsev M.F., Kondratenko A.A. Systems theory and systems analysis: textbook. Ed. S.I. Matorina. Moscow: KNORUS, 2020. 456 p.

Жихарев Александр Геннадиевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

Маматов Роман Александрович, старший инспектор отделения организации службы ОМОН

Zhikharev Alexander Gennadievich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Computer Engineering and Automated Systems Software

Mamatov Roman Aleksandrovich, Senior Inspector of the Department of Organization of the OMON Service