

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СЛОЖНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Г.В. Лукьянов, зав. сект. отд. Института проблем информатики РАН, канд. воен. наук, доц.

Е.А. Марышев, зам. дир. центра ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, канд. техн. наук, emarysh@extech.ru

Статья посвящена проблеме моделирования сложных информационных систем. Изучены различные варианты информационного моделирования, обеспечивающие высокую эффективность проектирования и адекватность полученной в результате разработки системы. Кроме того, рассмотрены некоторые аспекты когнитивного моделирования, которые выступают на первый план при проектировании и создании сложных информационных систем с привлечением большого коллектива интенсивно взаимодействующих между собой дистанционно удаленных специалистов. Особое внимание обращено на экономическую целесообразность детального и тщательного моделирования при проектировании и создании сложных и дорогостоящих систем. Все обоснования и выводы подкреплены примерами из практики проектирования и разработки сложных систем, в основном авиационных комплексов.

Ключевые слова: информационная модель, когнитивное моделирование, информационная система, проектирование и разработка.

INFORMATION MODELING IN THE DESIGN OF COMPLEX INFORMATION SYSTEMS

G.V. Lukyanov, Head of Sector, Institute of Informatics Problems of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Military Science, Associate Professor

E.A. Maryshev, Deputy Director of Centre, SRI FRCEC, Doctor of Engineering, emarysh@extech.ru

The article is devoted to the modeling of complex information systems. It explores options of information modeling, providing high efficiency design and the adequacy of the resulting system design. In addition, the article reveals some aspects of cognitive modeling, which come forward during the design and development of complex information systems with the involvement of a large team of remotely intensely interacting specialists. Particular attention is paid to the economic viability of a detailed and careful simulation in the design and creation of complex and expensive systems. All the studies and conclusions are supported by examples from the practice of design and development of complex systems, mainly aircraft systems.

Keywords: information model, cognitive modeling, Information system, design and development.

Введение

Проектирование современных информационных систем (далее ИС) представляет собой исключительно сложный процесс, особенно в тех случаях, когда автоматизации в результате внедрения ИС подлежит сложная, многогранная и масштабная деятельность федерального или регионального масштаба [1, 17]. В подавляющем большинстве случаев в этот процесс вовлечена большая часть российских министерств и ведомств, руководство всех субъектов

Федерации, а также ряд крупных компаний военно-промышленного комплекса, машиностроения и горнодобывающей отрасли. В процессе мониторинга и оценивания обобщению подлежат сотни разнородных качественных и количественных показателей, вычисление и нормализация которых осуществляется на основе различных методик. В связи с этим к качеству проектирования предъявляются повышенные требования, так как последующая модификация недостаточно тщательно проработанного проекта ИС связана не только со значительными затратами финансовых, материальных и людских ресурсов, но и с временными потерями, что является критичным в системе государственного управления.

При создании ИС подобного уровня применение циклических методов проектирования ограничено, поэтому приходится исходить исключительно из «каскадного» метода разработки и создания информационной системы [11, 13]. Качество проекта и сдаваемой в промышленную эксплуатацию ИС зависит от ряда обстоятельств, однако немаловажным фактором становится информационное моделирование, на котором базируется разработка алгоритмов решения стоящих перед ИС задач и последующая реализация всей информационной системы [14, 16].

Настоящая статья посвящена анализу роли моделей при создании сложных информационных систем с учетом когнитивных особенностей, так как эта работа в современных условиях предполагает взаимодействие многих специалистов, иногда входящих в разные структурные подразделения или творческие коллективы. Особое внимание уделяется экономической составляющей моделирования как обоснованному балансу между расходами на моделирование и степенью отражения в полученной модели свойств и характеристик моделируемой предметной области.

Роль информационной модели в проектировании ИС

С точки зрения проектирования информационной системы, решение любой производственной или научной задачи в общем виде может быть представлено технологической цепочкой, изображенной на рис. 1.

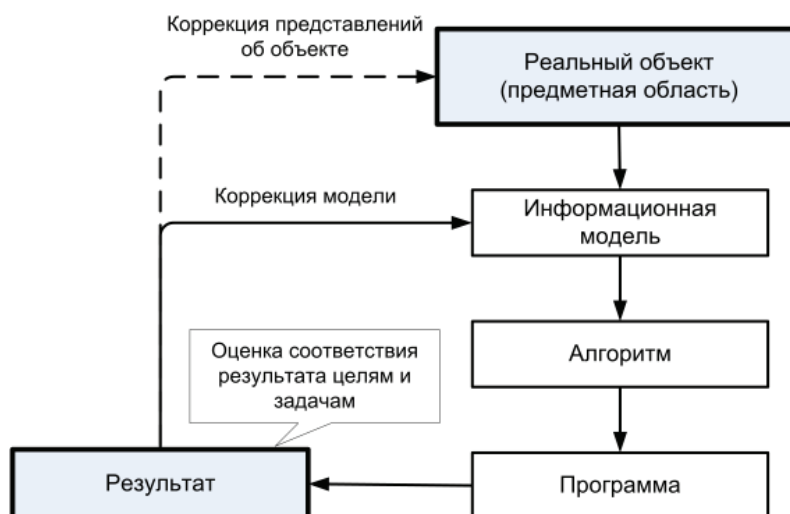


Рис. 1. Цикл проектирования

На рисунке вместо ИС представлена «Программа», так как с точки зрения логики решения прикладной задачи решающая роль в ИС принадлежит именно программному обеспечению. Вместе с тем необходимо отметить, что ИС как организационно-техническая система служит основой, на которой разворачивается и функционирует программное обеспечение.

Кроме того, в этой цепочке важную роль играет звено «информационная модель», как необходимый и обязательный компонент ИС. Под информационной моделью понимается виртуальный образ предметной области, ее объектов или процессов, отражающий их существенные свойства с точки зрения целей и задач проектирования [19].

Рис. 1 иллюстрирует несколько положений. Во-первых, качество информационной модели во многом определяет и качество создаваемого на ее основе программного обеспечения, а значит, и степень достижения целей проектирования ИС (основная цель — эффективное и экономически обоснованное решение стоящих перед ИС задач). Во-вторых, в ряде случаев после завершения разработки ИС зачастую возникает необходимость коррекции модели. Наконец, в-третьих, полученный результат в некоторых случаях позволяет принять решение о необходимости корректировки представлений как о производственных процессах, так и о самой модели предметной области, а также об уточнении целей и задач, решаемых ИС.

Основные подходы к моделированию

Чаще всего модель рассматривается как уменьшенная копия моделируемого объекта [2], хотя в некоторых случаях модель выполняется в масштабе один к одному к оригиналу. Так при проектировании военно-транспортного самолета «Ан-12» конструкторами была создана его полноразмерная модель из дерева. Это позволило в деталях изучить варианты погрузки и выгрузки боевой техники и личного состава, а также особенности десантирования из самолета. Наконец, в ряде случаев о размерах модели нет смысла говорить вообще. Это характерно при моделировании абстрактных объектов и процессов, например, процессов управленческой деятельности.

Некоторые авторы указывают [3], что модель отличается от оригинала материалом исполнения, что также неверно. В частности, для получения основных аэродинамических характеристик самолета его уменьшенную модель также изготавливают из дюралюминия. Но даже в случае применения для модели другого материала, как это имело место в описанном выше случае с самолетом «Ан-12», авторы научных работ не раскрывают причину такого выбора. А ведь речь идет прежде всего об экономически обоснованном решении — выборе более дешевого материала, обработка которого к тому же требует значительно меньших трудозатрат.

С другой стороны, авторы ряда научных работ подчеркивают [3], что модель — это упрощенное подобие реального объекта. Так, например, упрощенное моделирование при создании знаменитого пикирующего бомбардировщика «Пе-2» привело к тому, что самолет оказался недостаточно устойчивым по тангажу и рысканью, вследствие чего на нем было проблематично осуществлять бомбометание даже с горизонтального полета, не говоря уже о крутом пикировании.

В связи с этим возникает вопрос о необходимости упрощения. И во многих случаях дело здесь не в сложности объекта, на что обычно делается ссылка в научных статьях, а в стоимости моделирования всего комплекса характеристик объекта. Однако шаблонные решения уместны не всегда и известны примеры, когда конструкторы и разработчики имеют возможность избежать упрощений. Примером этому может служить история проектирования советского стратегического бомбардировщика «Ту-4». Создание этой боевой машины осуществлялось методом «обратной разработки», то есть копирования по образцу американского бомбардировщика «В-29». У команды А.Н. Туполева имелось в распоряжении три полнофункциональных самолета «В-29», один из которых был полностью разобран с целью изучения его узлов и агрегатов; второй был сохранен как оригинал, а третий самолет разработчики использовали в качестве летающей лаборатории. Наличие полнофункционального образца самолета «В-29» в качестве модели исключила необходимость создавать его упрощенную модель.

С учетом приведенных замечаний и комментариев можно предложить следующий вариант определения модели:

Модель — это имитация объектов и процессов предметной области, в необходимой степени отражающая ее важнейшие свойства и зависимости в контексте целей и задач модели-

рования, создаваемая с экономически обоснованными затратами материальных, финансовых, людских, временных и других видов ресурсов.

Для пояснения приведенной формулировки целесообразно вернуться к упомянутой выше проблеме упрощения: для изучения сложного объекта, и в частности исходя из принципа экономической целесообразности, прибегают к моделированию только необходимых и достаточных для целей и задач исследования характеристик, имея в виду возможные неточности и даже искажения.

Так, для изучения основных аэродинамических характеристик самолета можно пренебречь моделированием его силовой установки, систем управления вооружением или катапультирования, здесь достаточно уменьшенной твердотельной модели планера самолета. Однако в случае, например, крыла изменяемой геометрии в модели необходимо предусмотреть «снятие» аэродинамических характеристик хотя бы в нескольких фиксированных положениях крыла: обязательно в крайних и в двух-трех промежуточных. То есть и в данном случае не обязательно моделировать всю систему управления крылом, так как она, во-первых, при исследовании аэродинамических характеристик не требуется, а, во-вторых, аэродинамические характеристики для произвольного положения крыла можно довольно точно рассчитать методом интерполяции по полученным экспериментальным точкам.

Информационная модель

Из приведенных выше пояснений следует, что модель — это довольно широкое понятие, включающее в себя множество способов представления изучаемой предметной области. Границы между моделями различных типов или классов чаще всего условны. Наиболее распространены следующие признаки, по которым классифицируются модели [3]:

- цель применения;
- область знаний (предметная область);
- фактор времени;
- способ представления.

По целям использования выделяются модели учебные, опытные, имитационные, игровые, научно-технические. По области знаний модели могут быть биологические, экономические, исторические, социологические и др. По фактору времени разделяют модели динамические и статические: статическая модель описывает предметную область (объект, процесс) в фиксированный момент времени, т.е. дает «статический срез» предметной области; динамическая модель отражает процесс изменения или функционирования объекта или развития процесса во времени. По способу представления модели делятся на материальные (натурные) и идеальные (абстрактные).

Материальные модели — это вещественные образы, воспроизводящие внешние свойства, внутреннее строение, либо действия моделируемых объектов. Этот вид моделирования характерен для экспериментального (опытного) метода познания. Например, уменьшенная в несколько раз и поэтому относительно дешевая натурная модель самолета позволяет проводить ее продувку в аэродинамической трубе и исследовать аэродинамические характеристики будущего летательного аппарата.

Идеальные модели неразрывно связаны с человеческим мышлением, с воображением и восприятием человеком окружающего мира. Абстрактное моделирование ориентировано на теоретический метод познания [18]. Абстрактные модели делятся на воображаемые и информационные.

Воображаемое (мысленное или интуитивное) моделирование — это мысленное представление об объекте. Воображаемые модели формируются в воображении человека и сопутствуют его познавательной (когнитивной) деятельности.

Информационная модель — это совокупность информации об объектах, процессах, их свойствах, взаимосвязях и отношениях, существующих в предметной области, используемой в контексте целей и задач проектирования и зафиксированной на материальном носителе.

Информационные модели представляют объекты в виде:

- словесных описаний, текстов;
- рисунков, эскизов, фотографий, кинофильмов;
- таблиц, схем, чертежей, карт;
- формул, логических выражений.

В зависимости от формы, способа представления и описания различают вербальные, наглядные, образно-знаковые и другие знаковые модели, как это изображено на рис. 2.

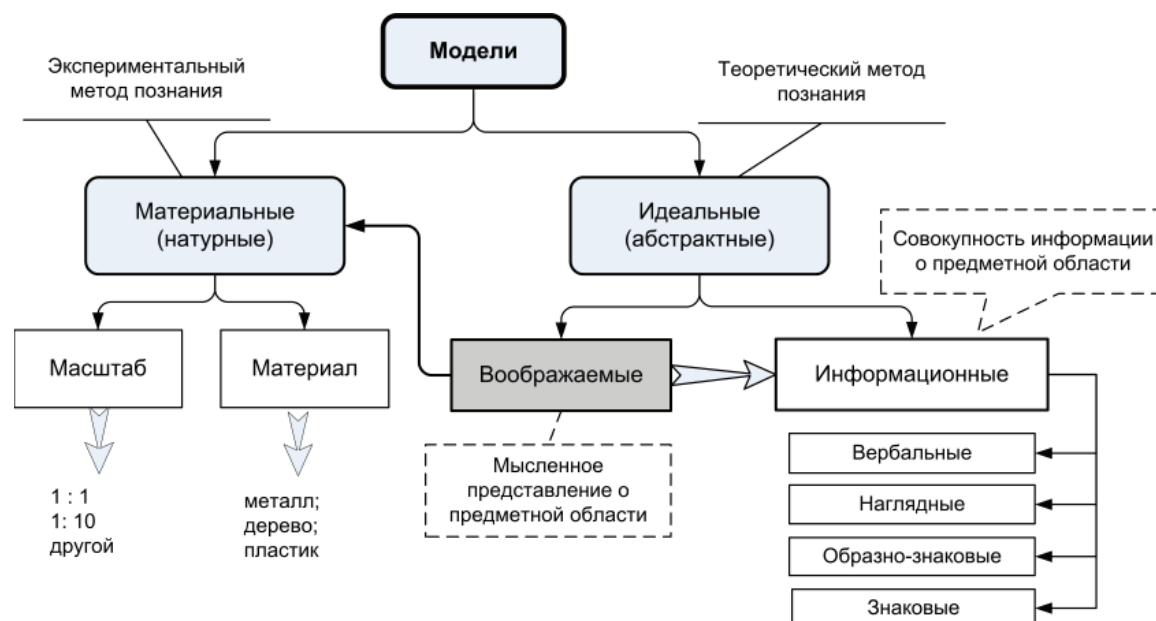


Рис. 2. Способы представления моделей

В вербальных моделях для отражения предметной области реального или абстрактного мира используются естественные языки. Форма представления такой модели – устное или письменное описание. Примерами являются учебные пособия и словари, инструкции по применению устройств и систем, регламенты обслуживания и эксплуатации, наставления и т.д.

В наглядных моделях свойства оригинала выражаются с помощью его образов: эскизов, рисунков, фотографий, кинофильмов. Сюда же относятся графические модели, в том числе геометрические фигуры и тела. Например, созданию натурной модели самолета предшествует эскизное моделирование – разработка рисунков (эскизов) в нескольких проекциях, что позволяет еще до изготовления натурной (материальной) модели мысленно исследовать объект, в данном случае будущий самолет, согласовать с экспертами и с заказчиками его аэродинамическую форму и общую компоновку и внести коррективы в эскиз.

В образно-знаковых моделях применяются условные знаковые образы: схемы, графы, таблицы, чертежи, графики, планы, карты; например, географическая карта, план квартиры, родословное дерево, блок-схема. К этой группе относятся структурные информационные модели, предназначенные для наглядного изображения структуры, составных частей и связей объектов.

Знаковые модели используют алфавиты формальных языков (условные знаки, специальные символы, буквы, цифры) и правила выполнения операций с элементами этих алфавитов. В качестве примеров можно назвать физические или химические формулы, математические выражения и формулы, нотную запись.

Одним из наиболее распространенных формальных языков в знаковом моделировании является алгебраический язык формул в математике, который позволяет описывать функциональные зависимости между переменными и константами.

Математические модели основаны на формальных языках над конечными алфавитами, а изучаемое явление или процесс представлены в виде совокупности абстрактных объектов, отражающих:

- законы природы;
- внутренние свойства самих объектов;
- правила логических рассуждений.

Например, математическая модель качества крыла самолета основывается на законах природы в области аэродинамики, а математическая модель начисления заработной платы – на правилах, установленных в экономике.

Математическая модель – это часто система уравнений, описывающая физические, химические, биологические или иные процессы, принадлежащие той или иной предметной области. В качестве примера можно привести систему математических уравнений для вычисления дохода и прибыли предприятия в соответствии с некоторой принятой методикой.

В тех случаях, когда моделирование ориентировано на исследование моделей с помощью компьютера, одним из его этапов является разработка компьютерной модели.

Компьютерная модель – это виртуальный образ, созданный за счет вычислительных ресурсов, качественно и количественно отражающий внутренние свойства, внешние характеристики и связи моделируемого объекта в контексте целей и задач проектирования.

Компьютерная модель позволяет воспроизводить и анализировать внешний вид, строение или действие моделируемого объекта и функционирует посредством электромагнитных (реже оптических) сигналов. Разработке компьютерной модели предшествует создание вербальных, наглядных образных и образно-знаковых моделей – все эти модели находят свое воплощение в виртуальном образе, формируемом в вычислительной среде.

Проектирование информационных систем основывается на идеальных (абстрактных) моделях, преимущественно образных и образно-знаковых. Вербальное моделирование ориентировано на разработку описаний, инструкций, регламентов, положений. В ряде случаев при создании информационных систем прибегают к наглядному моделированию, например, для отражения компоновки оборудования информационной системы или при решении эргономических задач. И все же главное предназначение информационных моделей для ИС заключается в описании информационных объектов и процессов в моделируемой предметной области.

Когнитивное моделирование

Из структуры способов представления моделей, изображенной на рис. 2, следует вывод, что исходным этапом любого моделирования является формируемая в сознании человека воображаемая модель, предшествующая созданию как материальной, так и абстрактной (информационной) модели. Поэтому, с учетом современных достижений когнитивной науки и психологии, представляется целесообразным в рамках проблемы информационного моделирования рассмотреть ее когнитивную составляющую [7, 8]. Понятие когнитивной модели и когнитивного моделирования неразрывно связано с сущностью информации как средства познания окружающего мира человеком.

В частности, для извлечения информации из данных, зафиксированных на материальном носителе (например, на листе бумаги) в форме текста, необходим целый комплекс методов доступа к этим данным: освещение, зрение, знание языка, на котором изложен материал, владение ключом шифрования (дешифрования), если текст зашифрован.

Роль и значение приведенных пояснений с точки зрения когнитивных методов и моделей вытекает из общей концепции моделирования, которое начинается с воображаемого моделирования, то есть формирования обобщенной модели (представления) в сознании человека на основании некоторых исходных данных [10]. От адекватности этих представлений об

объектах и структуре предметной области зависит результат последующего информационного моделирования и качество решения задач на основе этой модели. В частности, в образной модели человек не в состоянии воспроизвести все, даже наиболее существенные детали предметной области.

Во-первых, ситуация преднамеренно упрощается. Во-вторых, формирование образной модели при коллективном изучении проблемы зависит от способа интерпретации предметной области каждым членом коллектива. Наконец, в-третьих, человеку, в принципе не свойственно мыслить в количественных терминах – он, прежде всего, мыслит качественными характеристиками [4]. Таким образом, разработка образной модели – это поиск решения в целом, которое в дальнейшем уже будет подробно «раскрыто» в информационной модели, поэтому когнитивная составляющая моделирования выступает на первый план.

Когнитивный подход при формировании образной модели в общем случае представлен на рис. 3. Представленный подход базируется на том положении, что картина мира включает в себя набор убеждений, особенностей восприятия, ценностных и практических установок, которыми человек руководствуется в своей деятельности и которые влияют на процесс принятия решения, в данном случае – на формирование образной модели [9]. В процессе восприятия исходных данных и проверки гипотез каждый участник коллектива исходит из своих личных ценностных установок, но с учетом замечаний и предложений других членов.

Исходя из приведенных особенностей когнитивного моделирования, логику процесса моделирования можно представить в виде цепочки действий, изображенных на рис. 4.

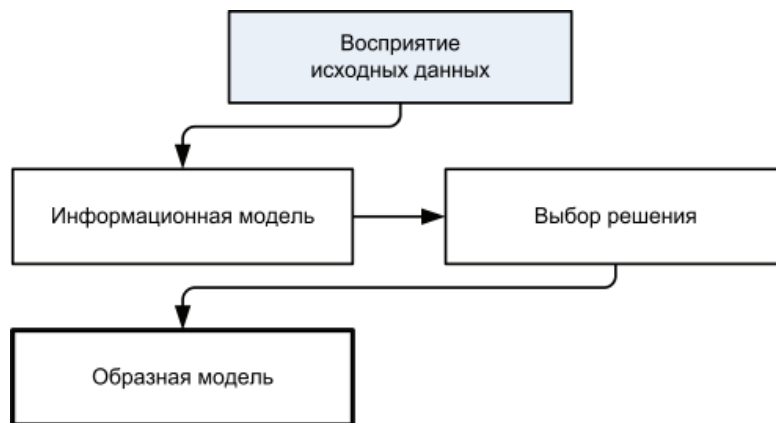


Рис. 3 Когнитивный подход при моделировании

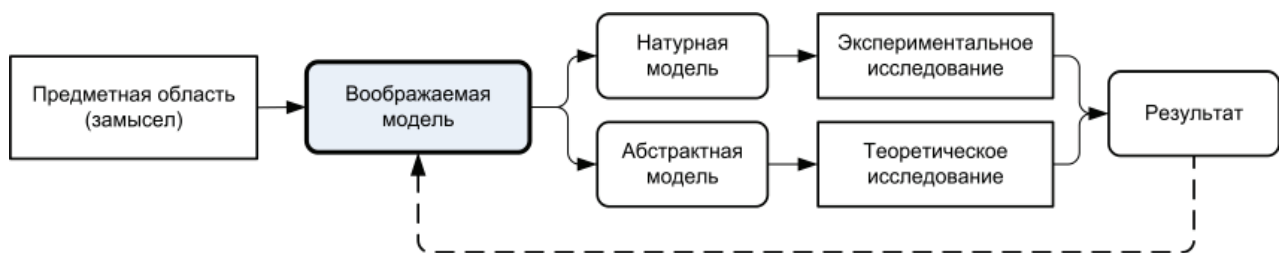


Рис. 4. Логика моделирования

Из представленной на рисунке логики процесса моделирования следует, что по результатам экспериментальных либо теоретических исследований уточняется воображаемая модель, а полученные изменения воплощаются в натурной, либо абстрактной модели. Например, экспериментальные исследования аэродинамических характеристик уменьшенной модели летательного аппарата могут вынудить изменить представление о принципах работы и конфигурации крыла или фюзеляжа. На основании этих представлений вносятся изменения и в натурную модель, после чего проводится очередная итерация – серия экспериментальных исследований и последующий анализ их результатов.

Заключение

В настоящей работе рассмотрен традиционный цикл моделирования, где важнейшую роль играет этап создания информационной модели. Процесс информационного моделирования должен обеспечивать адекватность создаваемой модели целям и задачам автоматизируемой деятельности, экономическую целесообразность ее реализации, гибкость и масштабируемость модели и информационной системы в целом в условиях меняющихся целей и задач функционирования [12, 15]. Была рассмотрена специфика моделей, проведены параллели между классами моделей и их особенностями, а также решаемыми на их основе практическими задачами. Намечен подход к пониманию сущности и особенностей когнитивной составляющей информационного моделирования. Предложена схема (цепочка) этапов процесса когнитивного моделирования.

Список литературы

1. Лукьянов Г.В., Никишин Д.А., Веревкин Г.Ф., Косарик В.В. Нормативные и методологические аспекты организации информационного мониторинга национальной безопасности // Системы и средства информатики. 2015. Т. 25. № 3, с. 225–241.
2. Городецкий А.Я. Информационные системы. Вероятностные модели и статистические решения. Учеб. пособие. СПб: Изд-во СПбГПУ, 2003. 326 с.
3. Артемова С.В. Информатика: Учебное пособие. Ч.1. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2001. 160 с.
4. Авдеева З.К., Коврига С.В., Макаренко Д.И., Максимов В.И. Когнитивный подход в управлении // Control Sciences. 2007. № 3, с. 2–8.
5. Лукьянов Г.В., Никишин Д.А., Веревкин Г.Ф., Косарик В.В. Проблема нормализации показателей информационного мониторинга национальной безопасности // Системы и средства информатики. 2015. Т. 25. № 4, с. 201–213.
6. Лукьянов Г.В., Никишин Д.А., Веревкин Г.Ф., Косарик В.В. Специфика показателей национальной безопасности в контексте ее информационного мониторинга // Системы и средства информатики. 2014. Т. 24. № 4, с. 186–205.
7. Авдеева З.К., Коврига С.В. Формирование стратегии развития социально-экономических объектов на основе когнитивных карт. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2011. 184 с.
8. Авдеева З.К., Коврига С.В., Макаренко Д.И. Когнитивное моделирование для решения задач управления слабоструктурированными системами (ситуациями) // Управление большими системами / Сборник трудов. Вып. 16. М.: ИПУ РАН, 2007. С. 26–39.
9. Tsvetkov Viktor Ya. Information Situation and Information Position as a Management Tool. European Researcher, 2012, Vol. (36), № 12–1, pp. 2166–2170.
10. Tsvetkov Viktor Ya. Cognitive Science of Information Retrieval. European Journal of Psychological Studies, 2015, vol. (5), is. 1, pp. 37–44.
11. Сергушин Г.С., Варламов О.О., Чибирова М.О., Елисеев Д.В., Муравьева Е.А. Информационное моделирование сложных автоматизированных систем управления технологическими процессами на основе миварных технологий // Искусственный интеллект. 2013. № 3. С. 126–138.

12. Потапов А.Н., Абу-Абед Ф.Н., Мартынов Д.В., Кордюков Р.Ю. Объективные методы вероятностной оценки степени адекватности имитационного моделирования в информационных системах освоения эргатических радиоэлектронных объектов // Программные продукты и системы / Software : Systems. № 3(111), 2015. С. 97–103.
13. Сумин В.И., Колыхалин В.М., Смоленцева Т.Е. Описание функционирования информационного процесса сложных систем // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1. С. 97–102.
14. Репин В.В., Елиферов В.Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. 544 с.
15. Баранюк Т.В. Методика временного анализа информационных систем // Образовательные ресурсы и технологии. 2015. № 1(9). С. 108–113.
16. Васютинская С.И. Развитие информационного управления // Образовательные ресурсы и технологии. 2015. № 2(10). С. 113–119.
17. Маслобоев А.В., Путилов В.А. Специфика и структура задачи информационной поддержки управления безопасностью региональных социально-экономических систем // Вестник МГТУ, Т. 18, № 3, 2015. С. 476–485.
18. Ozherel'eva T.A. Resource information models // Perspectives of Science & Education. 2015, vol. 13, issue 1, pp. 39–44.
19. Ипатова Э., Ипатов Ю. Методологии и технологии системного проектирования информационных систем. М.: Флинта: МПСИ, 2008. 215 с.

References

1. Lukyanov G.V., Nikishin D.A., Veryovkin G.F., Kosarik V.V. (2015) *Normativnye i metodologicheskie aspekty organizacii informacionnogo monitoringa nacional'noj bezopasnosti* [The normative and methodological aspects of the organization of data for monitoring national security]. *Sistemy i sredstva informatiki* [Systems and Informatics tools], vol. 25, no. 3, pp. 225–241.
2. Gorodetsky A.Y. (2003) *Informacionnye sistemy. Veroyatnostnye modeli i statisticheskie reshenija* [Information Systems. Probabilistic models and statistical solutions]. *Ucheb. posobie* [Proc. allowance]. St. Petersburg, 326 p.
3. Artemova S.V. (2001) *Informatika: Uchebnoe posobie* [Informatics: Textbook] *Izd-vo Tamb. gos. tehn. un-ta* [Publishing House of the Tambov state tehn. University Press]. Tambov, vol. 1, 160 p.
4. Avdeeva Z.K., Kovriga S.V., Makarenko D.I., Maksimov V.I. (2007) *Kognitivnyj podhod v upravlenii* [The cognitive approach to management]. *Control Sciences*, no. 3, pp. 2–8.
5. Lukyanov G.V., Nikishin D.A., Veryovkin G.F., Kosarik V.V. (2015) *Problema normalizacii pokazatelej informacionnogo monitoringa nacional'noj bezopasnosti* [The problem of normalization of information monitoring of National Security]. *Sistemy i sredstva informatiki* [Informatics tools]. Vol. 25. no. 4, pp. 201–213.
6. Lukyanov G.V., Nikishin D.A., Veryovkin G.F., Kosarik V.V. (2014) *Specifika pokazatelej nacional'noj bezopasnosti v kontekste ee informacionnogo monitoringa* [The specifics of national security indicators in the context of its information systems and monitoring]. *Sistemy i sredstva informatiki* [Informatics Tools]. Vol. 24, no. 4, pp. 186–205.
7. Avdeeva Z.K., Kovriga S.V. *Formirovanie strategii razvitija social'no-jekonomicheskikh ob'ektov na osnove kognitivnyh kart* [Formation of development strategy of socio-economic facilities based on cognitive maps]. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2011. 184 p.
8. Avdeeva Z.K., Kovriga S.V., Makarenko D.I. (2007) *Kognitivnoe modelirovanie dlja reshenija zadach upravlenija slabostrukturirovannymi sistemami (situacijami)* [Cognitive modeling to solve semistructured systems management tasks (situations)]. *Upravlenie bol'shimi sistemami. Sbornik trudov* [Managing large systems. Proceedings]. Moscow. Institute of Control Sciences, vol. 16, pp. 26–39.
9. Tsvetkov V.Y. Information Situation and Information Position as a Management Tool. *European Researcher*, 2012, Vol. (36), № 12–1, pp. 2166–2170.
10. Tsvetkov V.Y. Cognitive Science of Information Retrieval. *European Journal of Psychological Studies*, 2015, Vol. (5), issue 1, pp. 37–44.

11. Sergushin G.S., Varlamov O.O., Chibirova M.O., Yeliseyev D.V., Muravyeva E.A. (2013) *Informacionnoe modelirovanie slozhnyh avtomatizirovannyh sistem upravlenija tehnologicheskimi processami na osnove mivarnyh tehnologij* [Information modeling of complex process control systems based on mivar technologies]. *Iskusstvennyj intellekt* [Artificial intelligence], no. 3, pp. 126–138.
12. Potapov A.N., Abu Abed F.N., Martynov D.V., Kordyukov R.Y. (2015) *Ob'ektivnye metody verojatnostnoj ocenki stepeni adekvatnosti imitacionnogo modelirovanija v informacionnyh sistemah osvoenija jergaticheskikh radioelektronnyh ob'ektov* [Objective methods of probabilistic assessment of the adequacy of the simulation in information systems development ergonomic radio electronic facilities]. *Programmnye produkty i sistemy* [Software and Systems], no. 3(111), pp. 97–103.
13. Sumin V.I., Kolykhalin V.M., Smolentseva T.E. (2015) *Opisanie funkcionirovanija informacionnogo processa slozhnyh sistem* [Functional information process complex systems]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija* [Modern problems of science and education], no. 1, pp. 97–102.
14. Repin V.V., Eliferov V.G. (2013) *Processnyj podhod k upravleniju* [Process approach to management] *Modelirovanie biznes-processov* [Business Process Modeling]. Mann, Ivanov and Ferber. Moscow. 544 p.
15. Baranyuk T.V. (2015) *Metodika vremennogo analiza informacionnyh sistem* [Methods of time analysis of information systems]. *Obrazovatel'nye resursy i tehnologii* [Educational resources and technology], no. 1(9), pp. 108–113.
16. Vasyutinskaya S.I. (2015) *Razvitie informacionnogo upravlenija* [Development of information management]. *Obrazovatel'nye resursy i tehnologii* [Educational resources and technology], no. 2(10), pp. 113–119.
17. Maslobojev A.V., Putilov V.A. (2015) *Specifika i struktura zadachi informacionnoj podderzhki upravlenija bezopasnost'ju regional'nyh social'no-jekonomicheskikh sistem* [Specificity and structure of the problem of information support security management of regional social and economic systems]. *Vestnik MGTU* [Vestnik MSTU], vol. 18, no. 3, pp. 476–485.
18. Ozherel'eva T.A. Resource information models. Perspectives of Science & Education. 2015, Vol. 13, Issue 1, pp. 39–44.
19. Ipatova E., Ipatov Y. (2008) *Metodologii i tehnologii sistemnogo proektirovanija informacionnyh sistem* [Methodologies and systems engineering of information systems technology]. *Flinta MPC* [Flint SAG]. Moscow, 215 p.