

ОСОБЕННОСТИ СЦЕНАРНО-ЦЕЛЕВОГО ПОДХОДА К АНАЛИЗУ ОБЪЕКТОВ ДЕЙСТВЕННОЙ АНАЛИТИКИ

А.В. КОВАЛЬ, Ю.Д. БОЙКО, Е.А. ВОЛКОВА

Действенная аналитика на сегодняшний день входит в десятку наиболее востребованных на рынке информационных технологий. Ключевыми элементами действенной аналитики являются целенаправленность и сценарий анализа информации. Необходимость реализации сценариев анализа информации предполагает разработку обобщенного инструмента для описания различных форм взаимодействия элементов информационно-аналитической системы — инструмента обеспечения проведения действенной аналитики. Использование сценарно-целевого подхода к анализу объектов действенной аналитики дает возможность разработать такой инструмент. Процесс построения информационно-аналитической системы рассматривается как последовательность построения ее моделей для реализации сценарно-целевого подхода к анализу объектов аналитики. В качестве первой модели строится концептуальная модель информационно-аналитической системы с использованием сценарно-целевого подхода, которая раскрывает основные понятия функциональной и информационной составляющих действенной аналитики: цель, сценарий, метаописание, знания. Построение концептуальной модели рассмотрено на примере анализа ключевых факторов повышения качества жизни в регионе.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день действенная аналитика [1], согласно исследованиям аналитической компании Gartner, входит в десятку стратегических технологических трендов в области информационных технологий.

Для того, чтобы аналитика была действенной, она должна иметь смысловое наполнение — быть целенаправленной, а также предоставлять средства моделирования и оптимизации сценариев анализа информации.

Действенная аналитика предусматривает:

- обработку больших данных в реальном времени;
- моделирование и оптимизацию сценариев анализа данных, в том числе в реальном времени;
- простые, понятные интерфейсы;
- работу с опытом, накопленным в процессе осуществления аналитической деятельности.

В нашем случае, *аналитическая деятельность* рассматривается как процесс семантической обработки данных, в результате которого, разрозненные данные преобразуются в законченную аналитическую информацию, на основе которой можно сделать соответствующие выводы и подготовить рекомендации относительно дальнейших управляющих действий [2].

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Для проведения действенной аналитики необходима реализация сценариев анализа информации, в том числе в реальном времени, как при реализации типовых (первичных) так и вторичных сценариев [3], что делает необходимым разработку информационно-аналитической системы (ИАС), которая относится к классу систем, архитектура которых заранее неизвестна. Для анализа таких систем был разработан сценарно-целевой подход [4], использование которого дает возможность построить обобщенный инструмент для описания различных форм взаимодействия элементов ИАС, а также определить и описать основные понятия ее функциональной и информационной составляющих [5–7].

Цель работы — раскрыть особенности информационной и функциональной составляющих средств анализа информации, обеспечивающих проведение действенной аналитики, с использованием сценарно-целевого подхода, который адаптирован к анализу ИАС.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Сценарно-целевой подход к анализу сложных объектов и систем был разработан С.А. Юдицким как методология для формально-графического описания и моделирования целевых сценариев анализа сложных систем различного назначения [3] и в дальнейшем усовершенствован для описания сети агентов (объектов/субъектов анализа) [8–9]. В дальнейшем эта методология применялась такими учеными, как А.П. Ландюк и Л.О. Власенко для анализа производственных процессов сахарного завода [10–11]. Под сценарно-целевым подходом подразумевается комплекс математических, программных, логических и организационных методов и средств для определения последовательности исполнения отдельных действий анализа и взаимосвязей между ними.

Сценарно-целевой подход, предложенный С.А. Юдицким, предусматривает проведение декомпозиции системы на составные части и определение следующих составляющих модели предметной области:

- состав и структура целей, поставленных перед объектами/субъектами и причинно-следственные связи на множестве целей;
- состав и порядок выполнения действий, направленных на достижение целей (сценарий);
- ключевые показатели, характеризующие объект/субъект;
- связи между целями, действиями и показателями.

Формальный аппарат моделирования целей базируется на графах. Для моделирования сценария достижения цели используются графы действий. Взаимовлияние показателей моделируется «взвешенным» ориентированным графом, вершины которого соответствуют показателям, а дуги — влиянию показателя предшественника на показатель последователь.

Для детализации сценария и отражение связи с диаграммой целей и показателей используется диаграмма переходов. Она представляет собой ориентированный граф, вершины которого соответствуют переходам, а дуги помечены выполняемыми действиями (в квадратных кавычках) и временным

промежутком между моментом выполнения действий. Над вершиной перехода проставляются инициированные им первоначальные цели, а под вершиной — сформированные после перехода новые значения отклонения показателей от нормы.

Данный подход дает возможность описать и промоделировать цели и сценарии достижения цели при анализе сложных систем. Однако этот подход имеет следующие недостатки:

- использование графов делает невозможным описание разных по структуре и принципам выполнения элементов сценария, например, событий и процессов;
- информационная составляющая рассмотрена в качестве показателей, но при работе с данными необходимо рассматривать источники данных и методы доступа к ним.

В зарубежных научных работах применение сценарно-целевого подхода исследовались в двух направлениях: разработка технических требований к проектируемой системе Ц. Роланда и Г. Гроца [12], Юнь-Ло Пака, Хаян-Су Джина [13], Х. Кайндла [14], а также ситуационное обучение с элементами целевых сценариев [15].

В работах Ц. Роланда, Г. Гроца описываются принципы двунаправленного продвижения от целей к сценариям и, наоборот, при разработке технических требований. Пара $\langle G, Sc \rangle$, где G — цель, а Sc — сценарий, образуют блок требований к системе, который описывает возможные пути к достижению цели. Сценарий является возможным поведением — ограниченным набором целенаправленных взаимодействий между некоторыми агентами (заказчиками, пользователями), и состоит из одного или более действий — взаимодействия одного агента с другим. Набор таких действий описывает уникальный путь достижения цели. Цели идентифицируются с точки зрения взаимодействия «заказчик–конечный пользователь» и формируются с помощью предметно-ориентированного языка GRL. Сценарий рассматривается как гипотетическая последовательность действий агентов, исключая события и процессы, что является недостатком. Также не рассматривается механизм построения и реализации сценариев.

Юнь-Ло Пак и Хаян-Су Джин рассматривают моделирование системы управления производственными процессами с использованием сценарно-целевого подхода к разработке технических требований. Авторами расширен подход Ц. Роланда и Г. Гроца за счет введения разных уровней построения сценариев и целей: от определения конечного предназначения системы и набора предоставляемых сервисов до организации взаимодействия на системном уровне. Исследования в этой работе сосредоточены на процессах описания этапов моделирования объектов в системах автоматизированного проектирования в реальном времени, при этом формальные аппараты описания сценариев и целей не рассматриваются.

Главный недостаток исследованных подходов — отсутствие информационной составляющей ИАС, которая является необходимым элементом действенной аналитики.

В данной статье описываются как функциональные (цели и сценарии) так и информационные (знания и метаописание) составляющие сценарно-целевого подхода к построению ИАС с действенной аналитикой, что дает более полное представление о процессах проведения аналитической деятельности.

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЦЕНАРНО-ЦЕЛЕВОГО ПОДХОДА

ИАС строится с учетом принципов модельно-ориентированной разработки компьютерных систем (Model-Driven Software Development, MDSД), которые состоят в последовательном построении моделей системы на каждом этапе ее создания. В цепочке моделей ИАС рассматриваются модели следующих уровней: концептуальные модели, объектные модели и компьютерные модели. На первом этапе строится концептуальная модель ИАС на базе сценарно-целевого подхода.

Концептуальная модель — это определенное множество понятий и связей между ними, являющихся смысловой структурой рассматриваемой предметной области. Концептуальная модель определяет структуру моделируемой системы, свойства её элементов и причинно-следственные связи, присущие системе.

Используя *сценарно-целевой подход к анализу информационно-аналитической системы*, рассмотрим ее концептуальную модель, которая описывают основные элементы моделируемой информационно-аналитической системы, с определением по каждому элементу основных наиболее значимых факторов, взаимосвязь этих элементов и процессов, обеспечивающих взаимодействие (рис. 1).

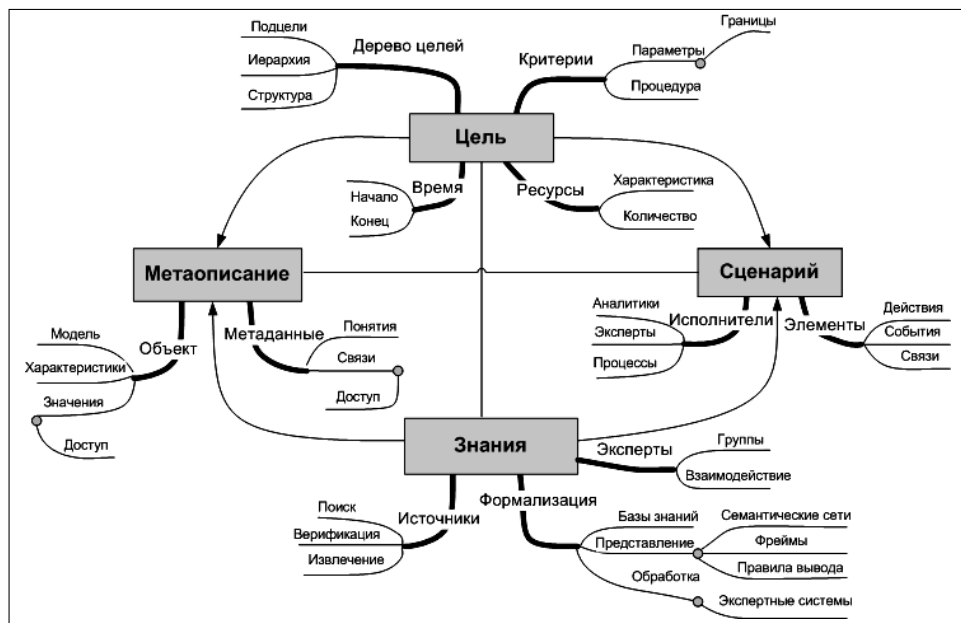


Рис. 1. Концептуальная модель информационно-аналитической системы с использованием сценарно-целевого подхода

Каждый из факторов является определяющей характеристикой соответствующего объекта предметной области и имеет свое значение — определение конкретного объекта/субъекта, значения некоторой характеристики объекта, функциональной или процедурной реализации некоторого процесса анализа информации.

ИАС, обеспечивающая проведение действенной аналитики определяется следующими понятиями:

- цель;
- сценарий;
- метаописание;
- знания.

Цель задается как дерево целей, с определением подцелей, имеющих свою иерархию, и образующих некую структуру. Достижение цели определяется с помощью заданных соответствующих критериев, которые описываются значениями некоторых параметров, имеющие свои предельные значения, и процедурами (функциями) оценки достижения этих параметров. Достижение цели происходит в заданном временном промежутке, что вызвано необходимостью оперативного получения результатов анализа для дальнейшего своевременного принятия решения. В качестве дополнительных ограничений для достижения цели выступают имеющиеся ресурсы, которые определяются своими характеристиками (типом, возможностями и т.д.) и их количеством.

Сценарий задает порядок и содержание осуществления аналитической деятельности на функциональном уровне. Сценарий выполняется исполнителями, в качестве которых выступают аналитики, эксперты в соответствующей предметной области, а также автоматизированные процессы, выполняемые аналитической составляющей ИАС. Описание сценария состоит из разветвленной направленной последовательности элементов, объединенных между собой через связи. Каждый элемент является или некоторым действием, которое реализуется исполнителем сценария, или некоторым событием, влияющим на дальнейшее выполнение сценария. Событие может быть вызвано как с последующим изменением внешней среды, так и с изменением состояния самого объекта исследования. Каждое действие может быть описано как функция, возвращающая некоторый результат, или как процедура, которая может реализовать любую последовательность операций (с заданным уровнем детализации).

Метаописание — описание предметной области исследований в виде объектной модели с определением метаданных ее представления. Метаописание определяется объектом исследования, который имеет свои характеристики (наиболее значимые свойства) с их соответствующими значениями. Для описания объекта анализа в ИАС строится модель, отражающая взаимосвязь основных характеристик. Такая модель определяет концептуально-логическую структуру БД предметной области ИАС для описания объекта, в которой хранятся фактографические значения всех основных характеристик. Для поиска и доступа к этим значениям используются соответствующие методы и средства доступа.

Знания обеспечивают необходимой информацией для формирования и реализации всех понятий анализа информации с использованием СЦП. Необходимые знания определяются экспертами, которые могут объединяться в группы для совместного сотрудничества. Эксперты определяют возможные источники необходимых для аналитического исследования знаний, выполняют их поиск, извлечение и верификацию. Для дальнейшего использования и автоматизированной обработки полученных знаний необходимо

выполнить их формализацию, для чего выполняется их формализованное представление — описание в виде семантических сетей, фреймов, правил вывода.

Для действенной аналитики основной моделью является сценарная модель, и, с целью определения основных понятий сценарной модели рассмотрим концептуальную модель сценария.

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СЦЕНАРИЯ АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ В ИАС

Графически-формализованные средства построения и описания сценариев анализа информации дают возможность строить сценарно-целевые модели осуществления аналитической деятельности. Формализация целевого сценария, в том числе как типового, предоставляет возможность повторно использовать его в качестве накопленного опыта для решения новых задач.

Сценарий анализа информации (САИ) в ИАС является последовательностью отдельных действий по обработке и анализу информации в процессе реализации аналитической деятельности в среде и средствами ИАС для достижения определенных целей аналитической деятельности, с учетом различных возможных направлений развития событий как при изменении внешней среды (внешних событий) относительно объекта исследования, так и вследствие изменения состояния самого объекта.

Концептуальная модель сценария анализа информации (АИ), которая отражает основные значимые факторы понятия «сценарий», приведена на рис. 2. Каждый из факторов является определяющей характеристикой понятия «сценарий» и имеет свое значение.



Рис. 2. Концептуальная модель сценария анализа информации в ИАС

Формирование сценария происходит в соответствии с заданной целью аналитического исследования. Для идентификации сценария используются:

- наименование сценария;
- общее описание (суть функциональной задачи, которая отрабатывается в сценарии).

Сценарий АИ осуществляется исполнителями, которые его формируют и выполняют. Он состоит из последовательности связанных элементов, которые могут быть следующих типов:

- действия по обработке и анализу информации;
- события, отражающие изменение внешней среды и состояния самого объекта исследования;
- управляющие элементы, которые определяют изменение хода сценария в зависимости от наступления соответствующих событий или условий.

Начальные элементы сценария определяют те элементы, которые задают начало сценария. Для таких элементов должны задаваться начальные условия (входные данные). Конечные элементы определяют момент завершения выполнения сценария и момент получения конечного результата.

Функциональная составляющая элементов сценария определяется через описание функции — как описание алгоритма реализации этой функциональности на проблемно-ориентированном языке в терминах понятий предметной области и операций над ними. Описание понятий (обозначение, перечень допустимых операций) выбирается из метаописания (метаданных) предметной области.

Для описания функциональности используются две основные формы представления — функции и процедуры. Описания функций соответствуют операциям обработки данных, когда результатом является набор данных с конкретными значениями входных параметров. Через описание процедуры реализуются более общие алгоритмы обработки данных, а также реализация условий наступления событий и перехода к соответствующим действиям по их обработке.

Элементы сценария описываются в терминах понятий предметной области, для чего используется доступ через метаданные к характеристикам нужного понятия.

Программные модули и сервисы являются элементами реализации основной функциональности аналитической составляющей ИАС. Отсутствие модулей/сервисов с необходимой функциональностью для реализации некоторых элементов сценария АД означает, что возникла необходимость в расширении функций ИАС, и это ведет к необходимости их реализации. Настройка сценариев АИ на конкретные данные происходит через элемент «метаописания», используя метаданные описания элемента «понятия» предметной области для получения ссылки на модули доступа к необходимым данным.

Таким образом, выполнение сценария определяется следующими элементами:

- начальные условия — входные данные, определяющие исходное состояние объекта исследования и состояние окружающей среды;
- результат — полученные в ходе выполнения сценария новые данные;
- критерии оценки — задание критериев оценки полученных результатов на соответствие заданным целям аналитического исследования;
- выводы и рекомендации — выводы по результатам аналитического исследования и возможные рекомендации для лиц, принимающих решения.

ПРИМЕР: АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ В РЕГИОНАХ

Цель G: определить ключевые факторы, влияющие на повышение качества жизни с учетом исторических особенностей регионов.

За основу аналитического исследования взят социологический анализ качества жизни А.М. Нагимовой [16].

Проведение анализа качества жизни населения для разных исторических кластеров базируется на достижении следующих целей:

- формирование кластеров по историческим признакам регионов;
- построение рейтинговых групп регионов по сложившемуся уровню показателя качества жизни населения;
- проведение факторного анализа для выявления причин понижения/повышения качества жизни;
- выявление ключевых факторов, которые влияют на качество жизни.

На рис. 3 представлена общая схема сценария анализа информации и этапов достижения общей цели аналитического исследования. Описание элементов сценария представлено в таблице (Д — действие; П — автоматизированный процесс; Ан — аналитик; Э — эксперт).

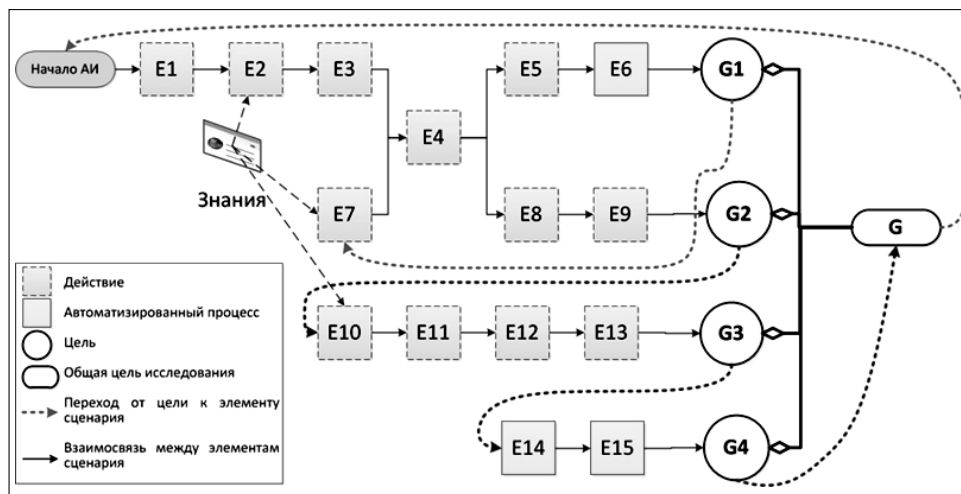


Рис. 3. Пример сценария определения факторов повышения качества жизни

В соответствии с подцелями формируется сценарий анализа информации для определения ключевых факторов, влияющих на качество жизни. Для каждой подцели определяется и формируется последовательность элементов сценария анализа информации. Для формирования кластеров используются данные из внешних источников, таких как Excel. Данные же основного исследования содержатся во внутренней базе данных. При формировании сценария аналитик указывает источники данных, что позволяет уменьшить общее время проведения аналитической деятельности.

Последовательности элементов, необходимые для достижения целей G1 и G2, выполняются одновременно, при наличии двух аналитиков, так как элементы инициируются исполнителями.

Таблица. Элементы сценария анализа информации

Цель	Элементы сценария	Тип	Исполнитель	Знания
G1 — построение рейтинговых групп регионов по сложившемуся уровню показателя качества жизни населения	E1 — формирование набора статистических показателей, на базе которых будет сформирован интегральный показатель качества жизни	Д	Ан	—
	E2 — выбор способа унификации показателей для дальнейшей агрегации	Д	Э	О способах унификации
	E3 — выбор метода расчета обобщенной оценки состояния качества жизни E4 — извлечение, загрузка и обработка данных	Д	Ан	—
		Д	Ан	—
	E5 — расчет обобщенной оценки состояния качества жизни по регионам	Д	Ан	—
	E6 — графическая визуализация рейтинговых групп регионов по уровню жизни населения	П	Ан	—
G2 — формирование кластеров по историческим признакам регионов	E7 — формирование набора статистических показателей, определяющих особенности исторического формирования регионов	Д	Э	О показателях, определяющих исторические особенности
	E4 — извлечение, загрузка и обработка данных	Д	Ан	—
	E8 — выбор методов и установка параметров кластерного анализа	Д	Ан	—
	E9 — графическое отображения выполнения кластеризации по историческим признакам регионов	Д	Ан	—
G3 — проведение факторного анализа для выявления причин понижения/повышения качества жизни	E10 — выбор метода факторного анализа	Д	Э	Об особенностях методов факторного анализа
	E11 — проведение факторного анализа выбранным методом на кластере 1	Д	Ан	—
	E12 — проведение факторного анализа выбранным методом на кластере 2	Д	Ан	—
	E13 — проведение факторного анализа выбранным методом на кластере <i>n</i>	Д	Ан	—
G4 — выявление ключевых факторов, влияющих на качество жизни	E14 — вывод результатов на аналитическую панель	П	Ан	—
	E15 — формирование выводов и рекомендаций	П	Ан	—

Для того чтобы перейти к последовательности элементов сценария для достижения цели G3 необходимо достичь цели G2, аналогично и для цели G4. Схематически это изображено с помощью красного цвета перехода от цели к последовательности элементов сценария. Так зеленый цвет показывает, что достижение предыдущей цели не является обязательным для продолжения деятельности. После достижения последней подцели проверяются критерии достижения общей цели аналитического исследования. Пример описания метаданных элемента E2 и цели G1 показан на рис. 4.

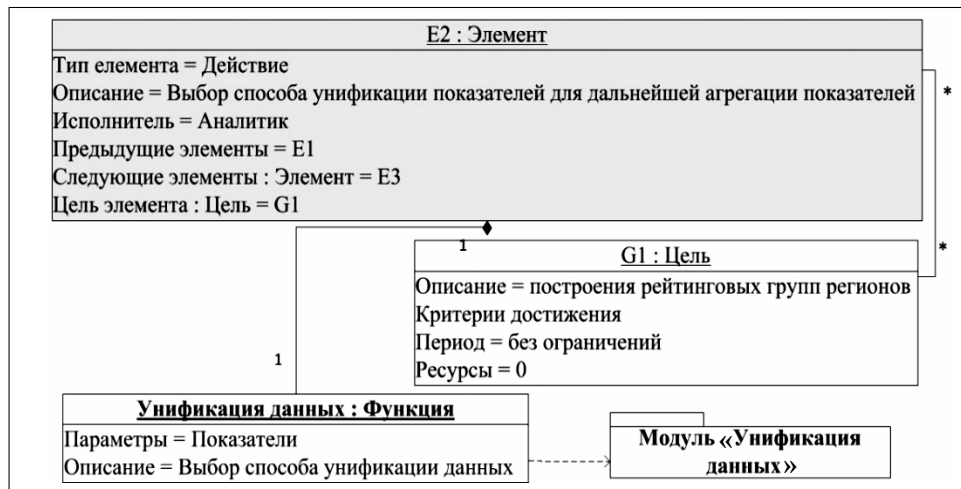


Рис. 4. Пример метаданных элемента E2 и цели G1

Метаданные элемента отображают следующие характеристики:

- тип элемента (действие, событие, управляющее воздействие);
- общее описание элемента;
- исполнитель (аналитик, эксперт, процесс);
- набор предыдущих элементов;
- набор следующих элементов;
- конечная цель последовательности элементов.

Метаданные цели отображают такие характеристики как: критерии, период достижения цели, общее описание и необходимость вовлечения дополнительных ресурсов. Цель G1 не имеет временных и ресурсных ограничений.

Таким образом, на примере продемонстрировано описание функциональных составляющих — целей и сценариев, а также информационных — метаданных и знаний.

ВЫВОДЫ

Предложенная концептуальная модель СЦП позволяет выделить и описать как функциональную (цель и сценарии), так и информационную (метаданные и знания) составляющие действенной аналитики в ИАС.

В процессе дальнейшей детализации концептуальная модель является основой для построения объектной модели описания предметной области и сценарной модели, отображающей развернутые во времени последовательности взаимосвязанных событий, операций или процессов, и их реализации в компьютерной модели ИАС. Рассмотренный подход был реализован при проектировании системы формирования и реализации сценариев аналитической деятельности в ИАС [14, 17].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Magic Quadrant for Business Intelligence and Analytics Platforms*. — 2013, © Gartner. — http://www.walmeric.com/pdf/2013_gartner_magic_quadrant_for_bi_and_analytics.pdf.

2. *Гайдамак Е.С.* Информационно-аналитическая деятельность специалиста в области образования // Вестник Омского государственного педагогического университета. — Вып. 2006. — <http://www.omsk.edu/article/vestnik-omgru-83.pdf>.
3. *Діденко О.О., Коваль О.В., Сенченко В.Р.* Система моніторингу державного бюджету України // Наукові вісті НТУУ «КПІ» — 2013. — № 6(92). — С. 37–48.
4. *Юдицкий С.А.* Сценарно-целевой подход к системному анализу // Автоматика и телемеханика, 2001. — № 4. — С. 63–175.
5. *Коваль О.В.* Узагальнена архітектура аналітичної складової корпоративних інформаційно-аналітичних систем // Реєстрація, зберігання і обробка даних Київ. — 2011. — **13**, № 2. — С. 53–73.
6. *Додонов А.Г., Бойченко А.В.* Разработка сценариев аналитической деятельности // Реєстрація, зберігання і обробка даних. — 2010. — **12**, № 4. — С. 71–82.
7. *Бойко Ю.Д.* Организация реализации сценариев в моделирующих комплексах АСУ // Реєстрація, зберігання і обробка даних: зб. наук. праць за матеріалами Щорічної підсумкової наукової конференції 01–02 березня 2012 року. — К.: ІПРІ НАН України, 2012. — С. 72–78.
8. *Юдицкий С.А., Владиславлев П.Н., Точ Д.С.* Триадный подход к моделированию систем сетецентрического управления // Управление большими системами. — 2010. — № 28. — С. 24–39.
9. *Юдицкий С.А.* Моделирование динамики многоагентных триадных сетей. — М.: Синтег, 2012. — 112 с.
10. *Ладанюк А.П., Власенко Л.О., Бойко Р.О.* Проблеми системного сценарно-цільового управління технологічним комплексом (ТК) цукрового заводу // Загальнодержавний підвідомчий збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. — Кіровоград: КНТУ. — 2011. — Вип. 41, Ч. 1. — С. 188–194.
11. *Власенко Л.О., Ладанюк А.П.* Підвищення ефективності функціонування технологічного комплексу цукрового заводу за рахунок використання методів діагностики та прогнозування // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2010. — №2/3 (44). — С. 57–62.
12. *Rolland C., Grosz G., Kla R.* Experience with goal-scenario coupling in requirements engineering // Proceedings of IEEE International Symposium «Requirements Engineering». — 1999. — P. 74–81.
13. *Park J.-L., Jin H.-S., Kim K.-H., Kim J.J.* A Study on Real-Time Progress Management System Modeling Using Goal and Scenario Based Requirements Engineering // Computer Sciences and Convergence Information Technology. — Seoul, 2009. — P. 262–265.
14. *Kaindl H.* A design process based on a model combining scenarios with goals and functions // Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans. — IEEE Transactions, 2000. — P. 537–551.
15. *Zumbach J., Reimann P.* Assessment of a goal-based scenario approach: A hypermedia comparison // Internet-based teaching and learning. — 1999. — **98**. — P. 449–454.
16. *Нагимова А.М.* Социологический анализ качества жизни населения: региональный аспект. — Казань: Казан. гос. ун-т, 2010. — 306 с.
17. *Коваль О.В., Сенченко В.Р.* Построение системы анализа выполнения госбюджета на основе сценарного подхода // 14-я Международная научно-техническая конференция «Системный анализ и информационные технологии», Київ. — ИПСА НТУУ «КПИ», 24 апреля 2012. — С. 202–203.

Поступила 18.06.2014