

УДК 004.032.24

Ю. Я. Самохвалов¹, Е. М. Науменко², О. И. Бурба³

¹ВИТИ НТУУ «КПИ»

ул. Московская, 45/1, 01015 Киев, Украина

²Институт проблем регистрации информации НАН Украины

ул. Н. Шпака, 2, 031113 Киев, Украина

³В/Ч А1906

Методические аспекты концептуального проектирования автоматизированных систем

Рассмотрен подход к структуризации процесса концептуального проектирования автоматизированных систем. Предложены методы формализации этапов формирования вариантов концепции системы, выбора варианта, наилучшим образом учитывающего требования пользователя, и определения ожидаемых результатов реализации выбранного варианта.

Ключевые слова: автоматизированная система, концепция, требования пользователя, метод анализа иерархий, эффективность.

Введение

Концептуальное проектирование автоматизированных систем (АС) осуществляется на предпроектных стадиях, результатом которого является концепция системы — основополагающий документ, в котором воплощен основной замысел (руководящая идея) ее построения и функционирования. Концептуальное проектирование включает этапы формирования вариантов концепции, выбор варианта, наиболее удовлетворяющего требованиям пользователя, и определение ожидаемых результатов реализации выбранного варианта [1, 2]. Многообразие взаимосвязанных и взаимообусловленных проблем и задач концептуального проектирования требует системного подхода к их решению, так как от качества таких решений во многом зависит как эффективность системы, так и экономическая составляющая ее создания.

Однако, несмотря на практическую важность результатов концептуального проектирования, этим вопросам в настоящее время не заслужено мало уделяется внимание и, как следствие, они в большинстве своем освещены только на понятийном и декларативном уровнях [3–6]. Поэтому разработка концепции АС на сегодняшний день, как правило, находится в плоскости интуиции и опыта разработчиков систем.

© Ю. Я. Самохвалов, Е. М. Науменко, О. И. Бурба

В статье рассмотрен один из возможных подходов к структуризации и формализации процесса концептуального проектирования АС, позволяющий расширить научную составляющую обоснованности его положений.

Формирование вариантов концепции автоматизированных систем

Концепция АС представляет собой систему взглядов на ее архитектуру [7]. На сегодняшний день еще нет согласия в отношении определения понятия «архитектура системы». В данной статье мы используем определение стандарта IEEE 1471 [8]. Архитектура — это базовая организация системы, воплощенная в ее компонентах, их отношениях между собой и с окружением, а также принципы, определяющие проектирование и развитие системы. Под компонентом будем понимать модульную часть системы, которая инкапсулирует ее содержимое. В качестве компонента базовой организации АС будем рассматривать организационно-функциональную структуру системы, ее функции и режимы функционирования, а также состав видов обеспечения [9].

Процесс формирования концепции можно представить как синтез возможностей средств вычислительной техники (СВТ), концептуальных идей их использования для достижения максимума эффекта системы, а также требований пользователя [3]. Это творческий процесс, и, по существу, является смесью науки и искусства.

Концептуальные идеи использования возможностей СВТ формируются на основе опыта, знаниях и интуиции и представляют открытое множество, так как под воздействием развития науки, практики и запросов пользователей идеи возникают и исчезают. Эти идеи можно сгруппировать в четыре группы [3]: информатизация, интеллектуализация, интеграция и индивидуализация. С учетом сказанного, процесс формирования концепции АС в общем виде можно представить следующей схемой (рис. 1).



Рис. 1. Системно-логическая схема формирования концепции АС

В процессе формирования концепции, как правило, рассматриваются различные концептуальные идеи и информационные технологии, что позволяет сформировать ее альтернативные варианты. Этот процесс предлагается реализовать в рамках морфологического подхода Цвики [10, 11], который является довольно эффективным средством для решения задачи формирования вариантов разнообразных систем и позволяет выявить, систематизировать и изучить все возможные способы построения системы, предназначенной для реализации заданных функций.

Сначала для каждой компоненты архитектуры системы формулируются принципы ее построения (разработки). Среди таких принципов могут быть как общесистемные, так и специфические, которые отражают особенности проектирования и функционирования конкретной АС. Затем для каждого принципа определяются пути его реализации. В результате формируется морфологическая таблица (табл. 1), в которой цепочкой связанных путей показан один из вариантов концепции.

Таблица 1

Концепция АС	Компоненты	Принципы	Пути реализации				
	Организационно-функциональная структура	Принципы построения организационно-функциональной структуры	c_1^S	c_2^S	c_3^S	...	$c_{k_S}^S$
Функции	Принципы реализации функций	c_1^F	c_2^F	c_3^F	...	$c_{k_F}^F$	
Режимы функционирования	Принципы функционирования	c_1^R	c_2^R	c_3^R	...	$c_{k_R}^R$	
Виды обеспечения	Принципы разработки математического обеспечения	c_1^M	c_2^M	c_3^M	...	$c_{k_M}^M$	
	Принципы разработки программного обеспечения	c_1^P	c_2^P	c_3^P	...	$c_{k_P}^P$	
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
	Принципы разработки технического обеспечения	c_1^T	c_2^T	c_3^T	...	$c_{k_T}^T$	

Выбор варианта концепции автоматизированных систем

Концептуальное проектирование АС, как правило, характеризуется неполнотой и неточностью исходных данных [12]. Поэтому наиболее эффективными, а в некоторых случаях и единственными возможными методами, которые могут быть

использованы для решения данной задачи, являются методы экспертных оценок, в частности, метод анализа иерархий [13]. Мы не будем приводить все механизмы этого метода, а рассмотрим только его основной этап, заключающийся в структуризации задачи в виде доминантной иерархии.

Вершина иерархии определяет цель задачи — выбор варианта концепции АС. Затем формируется уровень так называемых акторов, которые способны влиять на создание и функционирование АС. Следующий уровень составляют требования (цели) акторов, которые мотивируют выбор. Возможный перечень акторов и их требований приведен в табл. 2 [14].

Таблица 2

Акторы	Требования (цели)
Руководство объекта автоматизации (Заказчик)	Предсказуемость хода проектирования, продуктивное использование ресурсов и бюджета; выполнение функциональных требований к АС
Конечный пользователь	Интуитивно понятное и корректное функционирование АС, производительность, надежность, удобство использования, доступность и безопасность
Системный администратор	Интуитивно понятное функционирование и управление АС, наличие инструментов мониторинга
Специалист по сопровождению	Понятный, непротиворечивый и документируемый принцип функционирования АС, легкость внесения изменений
Разработчик	Простые и непротиворечивые принципы проектирования

В табл. 3 приведены функциональные требования, которые, как правило, предъявляются к АС и показатели их функционирования [6, 15].

Таблица 3

Требование	Показатель
Оперативность (быстродействие)	Время на сбор, обработку и выдачу информации
	Время на принятие решения, постановку и доведение задач до исполнителей
	Время на решение задач
Размах	Дальность передачи информации
	Площадь сбора информации
Непрерывность	Математическое ожидание времени максимального перерыва функционирования
	Математическое ожидание времени минимальной продолжительности бесперебойной работы
Устойчивость (живучесть, надежность)	Коэффициент устойчивости
	Вероятность своевременного сбора информации
	Вероятность своевременной передачи информации
Пропускная способность	Коэффициент информационного наполнения системы
	Коэффициент обработки (переработки) информации
	Коэффициент потребления информации
	Суммарный показатель пропускной способности
Точность	Точность формирования, сбора, обработки и выдачи информации, а также ее давность
	Суммарный коэффициент искажения информации (время давности информации; время старения информации)
	Среднеквадратические ошибки результатов решения задач

И, наконец, элементами нижнего уровня иерархии являются варианты концепции системы, которые представляются соответствующими компонентами ее архитектуры, отражающие систему взглядов на построение системы соответствующим вариантом. Такую иерархию можно представить в виде дерева (рис. 2).

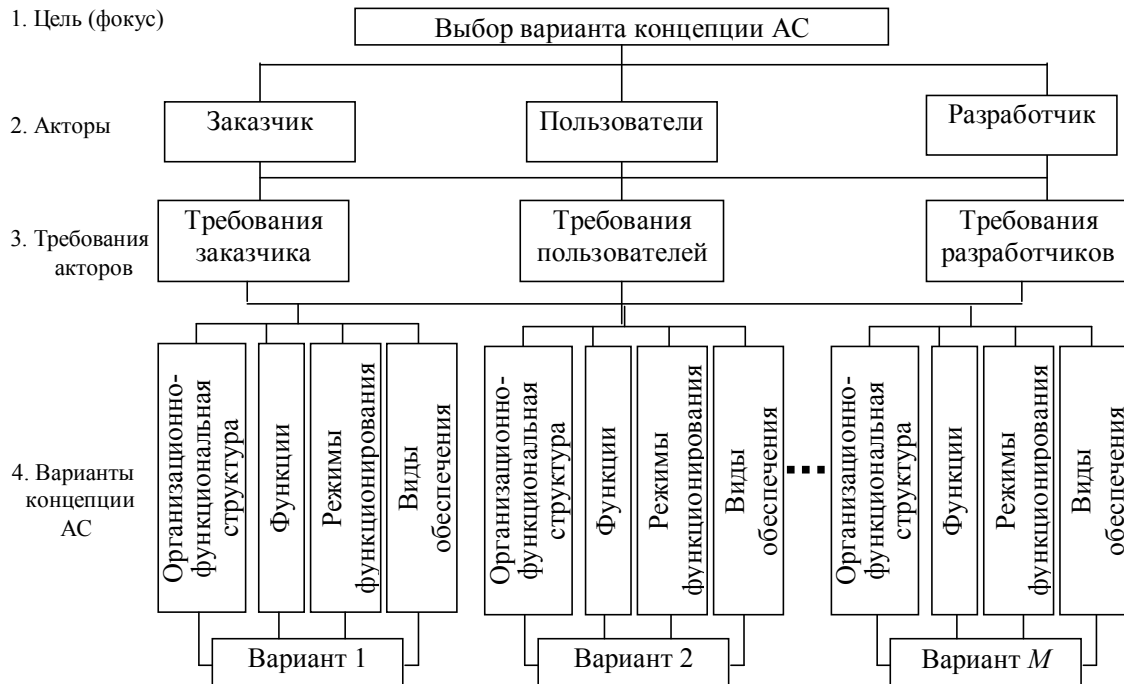


Рис. 2. Иерархия задачи выбора варианта концепции АС

Далее осуществляется построение матриц доминирования элементов уровней иерархии и последовательное вычисление локальных и глобальных приоритетов. Вариант с наибольшим глобальным приоритетом будет определять концепцию системы.

Определение ожидаемых результатов реализации концепции

Под ожидаемыми результатами реализации концепции, согласно [1, 2], понимается функциональная эффективность АС и ее технико-экономические показатели.

Оценивание функциональной эффективности АС. Функциональная эффективность АС — это свойство системы реализовывать свои функции в заданных условиях функционирования и с определенным качеством [9]. Суть оценивания функциональной эффективности АС заключается в определении относительных оценок прогнозируемых показателей функционирования системы с текущими, которые определяются в процессе обследования объекта автоматизации. Такое оценивание предлагается осуществлять также методом анализа иерархий. На рис. 3 представлена в общем случае иерархия задачи оценки функциональной эффективности концепции.

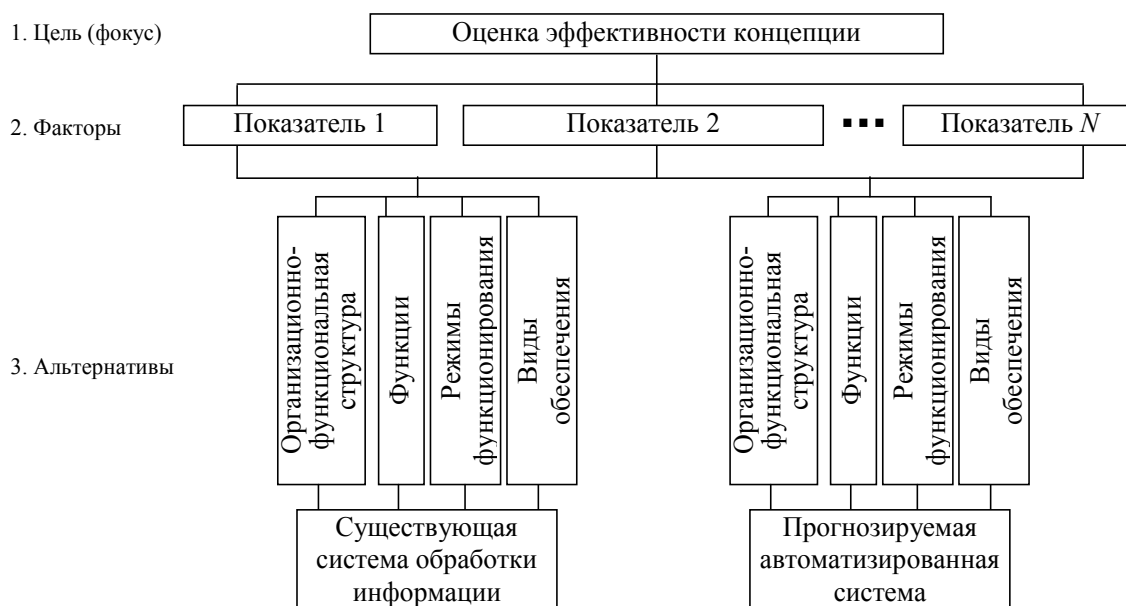


Рис. 3. Иерархия задачи оценивания функциональной эффективности концепции АС

На основе полученных оценок глобального доминирования альтернатив определяется относительная оценка эффективности концепции по выбранному показателю. Необходимо заметить, что если заданы несколько показателей, то в этом случае будет получена интегральная оценка эффективности по этим показателям. Поскольку примеры, как правило, более убедительны, чем общие рассуждения, рассмотрим один из них.

Пусть необходимо оценить эффективность концепции некоторой гипотетической АС по показателю «Время сбора информации». Далее зададим вектор глобального доминирования альтернатив относительно этого показателя (0,4; 0,6), а время сбора информации с помощью существующих средств — 10 минут [13]. Тогда можно ожидать, что АС, построенная согласно оцениваемой концепции, позволит сократить это время в 1,5 раза.

Оценивание технико-экономических показателей. К технико-экономическим показателям концепции относится время и стоимость ее реализации. Для оценки этих показателей концепция сама по себе мало информативна, так как довольно сложно с необходимой для практики точностью оценить время и стоимость реализации общих взглядов на построение системы. Поэтому для получения достаточных исходных данных для оценивания технико-экономических показателей АС академиком В.И. Скурихиным [3] предложено на основе концепции системы формировать ее облик, который является конкретным воплощением концептуальных идей. В рамках данной статьи мы не будем раскрывать эти аспекты, а отметим лишь, что вопросы построения облика системы и оценивание на его основе технико-экономических показателей достаточно полно освещены в работах [16, 17].

ВЫВОДЫ

Рассмотрен подход к структуризации процесса концептуального проектирования АС. Предложены методы формализации этапов этого процесса, позволяющие учитывать особенности информационной среды, которые присущи предпроектным стадиям. Данная техника может применяться в качестве пилотажа как для разработки и обоснования концептуальных положений АС, так и требований к системе в целом.

1. *Автоматизированные системы. Стадии создания: ГОСТ 34.601-90.* — [Действующий с 1992-01-01]. — М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1990. — 21 с.
2. *Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов: РД 50-34.698-90.* — [Действующий с 1992-01-01]. — М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1990. — 34 с.
3. *Скурихин В.И.* О формулировании концепций. Концепция «четырёх И» / В.И. Скурихин // *Управляющие системы и машины.* — 1989. — № 2. — С. 7–12.
4. *Гриб Д.А.* Методологічний підхід до формування технічного обриску перспективних зразків озброєння та військової техніки / Д.А. Гриб, Б.О. Демідов, М.В. Науменко // *Наука і оборона.* — 2009. — Вип. № 4. — С. 30–34.
5. *Гриб Д.А.* Системно-концептуальні основи і елементи методології формування оперативно-тактичних і тактико-технічних вимог, що пред'являються до перспективних зразків озброєння і військової техніки та зразків, що модернізуються / Д.А. Гриб, Б.О. Демідов, М.В. Науменко // *Системи озброєння та військова техніка.* — 2009. — Вип. № 2(18). — С. 65–73.
6. *Демидов Б.А.* Системна методологія формування концептуальних проектних моделей перспективних складних образців озброєння і військової техніки / Б.А. Демидов, М.В. Науменко: зб. наук. праць Харківського ун-ту повітряних сил. — 2010. — Вип. № 1(23). — С. 116–123.
7. *Толковый словарь общенаучных и общетехнических терминов и определений* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://npcirs.ru/site/index.php?option=com_glossary&letter=%D0%9A&id=431
8. *ANSI/IEEE Std 1471-2000, Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems* [Электронный ресурс]. — Режим доступа <http://www.iso-architecture.org/ieee-1471/>
9. *Software Engineering Institute. Community Software Architecture Definitions* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.sei.cmu.edu/architecture/start/glossary/community.cfm>
10. *Zwicky F.* *Discovery Invention, Research Through the Morphological Approach* / F. Zwicky. — New York: McMillan & Co., 1969.
11. *Дубов Ю.А.* Многокритериальные модели формирования и выбора вариантов систем / Ю.А. Дубов, С.И. Травкин, В.Н. Якимец. — М.: Наука, 1986. — 296 с.
12. *Герасимов Б.М.* Нечеткие множества в задачах проектирования, управления и обработки информации / Б. М. Герасимов, Г. Г. Грабочевский, Н. А. Рюмшин. — К.: Промінь, 2002. — 137 с.
13. *Саати Т.* Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. — М.: Радио и связь, 1993. — 314 с.
14. *Илес П.* Что такое архитектура программного обеспечения? [Электронный ресурс] / П. Илес. — Режим доступа <http://www.ibm.com/developerworks/ru/library/eeles/#notes>

15. *Фролов В.С.* Структурно-логічна схема Єдиної автоматизованої системи управління Збройних Сил України / В.С. Фролов // Наука і оборона. — 2012. — Вип. № 1. — С. 15–23.

16. *Самохвалов Ю.Я.* Формирование технического облика автоматизированных систем / Ю.Я. Самохвалов, Е.М. Науменко, О.И. Бурба // Реєстрація, зберігання і оброб. даних. — 2011. — Т. 13, № 3. — С. 51–61.

17. *Самохвалов Ю.Я.* Информационно-технологический подход к комплексному формированию требований к автоматизированным системам / Ю.Я. Самохвалов, Е.М. Науменко, О.И. Бурба // Реєстрація, зберігання і оброб. даних. — 2012. — Т. 14, № 1. — С. 49–56.

Поступила в редакцію 15.10.2012