

УДК 623.765:681.513.6

М.А. Павленко

*Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков*

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ CASE-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

*В статье проведен анализ описательных возможностей CASE-технологий с точки зрения возможности их применения для разработки и модификации модели деятельности оператора в процессе принятия решений при управлении сложными динамическими объектами. Рассматриваются достоинства и недостатки CASE-технологий при решении задач исследования деятельности операторов в индивидуальной и групповой деятельности.*

**Ключевые слова:** оператор, эргономика, моделирование, CASE.

### Введение

В 60–70-е гг. прошлого века получили широкое распространение разработки, направленные на формализацию процесса структурного анализа систем. Структурный анализ систем был необходим при проведении исследований производственных процессов крупных промышленных и военных предприятий с целью их автоматизации или повышения эффективности аппарата управления. Однако масштабы таких систем, наличие в них плохо структурированных управленческих процессов, сложная логика функционирования и другие факторы зачастую заводили анализ в тупик и требовали вмешательства аналитиков высочайшей квалификации.

Чтобы исключить необходимость привлечения специалистов высокой квалификации и сделать процесс анализа более технологичным в те годы стали появляться многочисленные методологии структурного анализа, нацеленные на жесткую и подробную регламентацию всех фаз исследования, действий аналитиков и документирования результатов работы. Чуть позже на рынке программного обеспечения получили распространение системы, которые автоматизируют наиболее рутинную и трудоемкую часть работы – структурирование информации и документирование результатов, получаемых в ходе структурного анализа. Эти системы получили название *CASE-средств* (Computer-aided system engineering); сам же процесс анализа организационно-технических систем с помощью таких средств называется *CASE-технологией* (подробный обзор состояния вопроса приведен в [1, 4]).

Примерно в те же годы в эргономике начало активно развиваться направление исследований, нацеленное на формализованное описание деятельности оператора (далее, просто *деятельности*), занятого управлением сложными технологическими процессами и объектами. Особую актуальность

приобрели вопросы моделирования когнитивных процессов, связанных с принятием решений по диагностике и управлению технологическими процессами различных сфер производства.

Большинство разработанных моделей и методов было основано на структурно-алгоритмическом и логико-вероятностном подходах к описанию деятельности человека. Однако из-за сравнительно небольшого распространения этих методов и ориентации на очень узкий круг пользователей, их развитие не сопровождалось разработкой и коммерческим применением систем, автоматизирующих процесс моделирования.

В то же время, моделирование деятельности оператора в сложной социотехнической системе (человек и ЭВМ) обладает теми же характерными особенностями, что и структурное описание больших систем – значительным объемом, высокой сложностью, разнотипностью связей между элементами системы и т.п.

**Цель статьи:** Описание основных CASE-средств и их возможностей не дает ответа на вопрос: возможно ли использование таких систем для автоматизации процесса моделирования операторской деятельности и ее совершенствования? Анализу применимости CASE-средств в процессе моделирования деятельности оператора при создании систем автоматизированного управления и посвящена настоящая статья.

### Основная часть

Процесс оценки возможности применения CASE-средств при моделировании деятельности человека, должен содержать ряд этапов:

- 1) определить, какими описательными и функциональными возможностями должно обладать средство, используемое для моделирования деятельности (формулирование требований);

2) выяснить, какие возможности предоставляют существующие CASE-средства (анализ возможностей);

3) оценить возможность применения конкретных CASE-средств для моделирования различных элементов деятельности и решения задач эргономического проектирования и анализа (оценка применимости).

**Формулирование требований.** Наиболее полный набор требований к описательным и функциональным возможностям средств моделирования можно сформулировать, проанализировав существующие на сегодняшний день модели деятельности [2].

Традиционно при описании модели деятельности оператора выделяются следующие основные объекты и процессы:

- *структурные элементы* (процессы) *деятельности* (например, операции, задачи, действия, типовые функциональные элементы и структуры, фазы решения задачи);

- логико-временная последовательность действий (*алгоритм деятельности*), реализуемая с помощью логических условий и различных композиционеров, организующих вход-выход из алгоритма, параллельные и циклические процессы;

- *объекты деятельности* (средства отображения информации, органы управления, другие операторы);

- количественные *показатели деятельности* (надежностные – чаще всего вероятность безошибочного выполнения, временные – время реакции или выполнения действия);

- *факторы, влияющие на деятельность*, такие как микроклимат, опасность, сложность, достоверность информации и др.;

- *характер деятельности* (типы задач, типы поведения и пр.);

- *ресурсы и состояние оператора* (память, анализаторы, психофизиологические показатели и характеристики);

- *элементы групповой деятельности* (взаимодействие, синхронизация, управление);

- *состояние объекта управления.*

Приведенный перечень дает возможность достаточно полно описывать процесс деятельности человека оператора. Однако, средства анализа, помимо описательных возможностей, должны реализовывать функции моделирования, обработки и манипулирования моделью. К таким функциям относятся:

- процедуры имитационного моделирования и комбинаторного «проигрывания» алгоритма деятельности;

- функции вероятностного анализа при развитии критической ситуации;

- процедуры решения оптимизационных задач.

**Анализ возможностей.** Модели, поддерживаемые существующими на сегодняшний день CASE-средствами, можно разделить на три группы:

- структурные диаграммы (SADT-диаграммы, стандарт IDEF0);

- диаграммы потоков данных (DFD – data flow diagrams);

- диаграммы рабочих процессов (WFD – workflow diagrams, стандарт IDEF3).

Таблица 1

Элементы, моделируемые диаграммами VPwin

Элемент графа	Моделируемый элемент		
	в структурной диаграмме	в диаграмме потоков данных	в диаграмме рабочего процесса
Вершина	Работа (activity) – некоторое действие	Работа (activity) – преобразование данных	Единица работы (unit of work) – событие, процесс, решение, действие
			Перекресток (junction) – узел, синхронизирующий работы
		Внешняя ссылка (external reference, entity) – внешний объект, сущность	Ссылка (referent) – внешний объект
		Хранилище данных (data store)	
Дуга (arrow)			Порядок следования работ (precedence)
			Взаимосвязи между работами (relation link)
	Вход, выход, управление и обеспечивающий механизм работы (input, output, control, mechanism)	Поток данных (data flow)	Поток объектов (данных) (object flow)

Рассмотрим описательные и функциональные возможности на примере пакета VPwin (фирмы Platinum technology), поддерживающего построение всех трех упомянутых групп моделей.

Моделирование представляет собой последовательную декомпозицию описываемого процесса на подпроцессы и элементы.

Модель отображается в виде иерархии диаграмм, каждая из которых содержит фрагмент описания, выполненного в виде направленного графа. В зависимости от типа диаграммы, вершины и дуги графа могут интерпретироваться по-разному (см. табл. 1).

Все перечисленные элементы диаграмм сопровождаются хорошо структурированным словесным описанием, включающим имя, определение, точку

зрения, ограничения, примечания и другую информацию. Для работ (единиц работы) могут также указываться количественные оценки их периодичности, продолжительности и стоимости. В качестве дополнительного выразительного средства, позволяющего классифицировать элементы диаграммы, выступает цвет и различные графические стили изображения вершин и дуг.

Помимо описательных возможностей серия продуктов, совместимых с VPwin, включает программу имитационного моделирования, работающую с диаграммами протекающих процессов.

Сопоставим друг с другом перечисленные выше элементы моделей деятельности оператора и изобразительные возможности диаграмм, для этого их табулируем и приводим в табл. 2.

Таблица 2

Использование элементов диаграмм для отображения объектов моделирования

Объект моделирования	Элементы диаграмм
Структурные элементы деятельности	Работа (SADT, DFD), единица работы (WFD), цвет (для классификации элементов)
Алгоритм деятельности	Дуги, отражающие вход, выход, управление (SADT), дуга, отражающая порядок следования и взаимосвязь, ссылка, перекресток (WFD)
Объекты деятельности	Дуги, отражающие вход, выход, механизм (SADT), внешняя ссылка, хранилище данных (DFD), ссылка (WFD), цвет (для классификации объектов)
Показатели деятельности	Количественные оценки работ (SADT, DFD), единиц работ (WFD)
Факторы, влияющие на деятельность	Дуга, отражающая управление (SADT), цвет (для классификации факторов)
Характер деятельности	Дуга, отражающая механизм (SADT)
Ресурсы и состояние оператора	Дуги, отражающие управление, механизм (SADT), внешняя ссылка, хранилище данных (DFD), ссылка (WFD)
Групповая деятельность	Дуга, отражающая механизм (SADT), перекресток, дуга, отражающая взаимосвязь (WFD)
Состояние объекта управления	Дуги, отражающие вход, управление (SADT), дуга, отражающая поток данных (DFD) и объектов (WFD)

**Оценка применимости.** Анализ приведенных возможностей пакета VPwin с точки зрения их применимости к моделированию деятельности оператора позволяет утверждать:

а) использование работ для отображения элементов деятельности оператора и дуг с перекрестками для образования алгоритма очевидно;

б) в SADT-диаграмме объекты деятельности оператора, такие как органы управления и средства отображения информации, изображаются в качестве входов (например, *манометр*, с которого снимаются показания, или *переключатель*, который нужно повернуть), выходов (повернутый *переключатель*) или механизмов (например, *переключатель*, с помощью которого поднимается давление); в DFD и WFD-диаграммах для этой цели специально используются

внешние ссылки;

с) единственной возможностью изображения факторов и характера деятельности оператора в SADT-диаграммах является использование дуг управления (например, степень консервативности операторских решений зависит от того, насколько *опасными* могут оказаться последствия этих решений) и механизмов (например, процессы диагностирования и принятия решений реализуются на базе формальной производственной логики); это не означает, однако, что в других диаграммах представление этих объектов моделирования невозможно;

д) при описании групповой деятельности дуги механизмов в SADT-диаграммах позволяют изображать различных участников деятельности; в WFD-диаграммах этой возможности в явном виде

нет, однако они позволяют подробно показать логику взаимодействия.

Таким образом, можно сделать следующие общие выводы: применение CASE-средств возможно и оправдано при моделировании деятельности оператора на этапе проектирования информационного обеспечения деятельности оператора АСУ; использование встроенных средств моделирования может позволить получить, с одной стороны - требования к информационному обеспечению деятельности оператора, а с другой – сформировать требования к оператору и условиям его труда.

### Выводы

Предварительный анализ свидетельствует о широких описательных возможностях CASE-средств и их применимости в процессе моделирования достаточно сложной операторской деятельности.

Анализ данных таблицы 2 свидетельствует, что наибольший интерес, особенно для представления сложной разветвленной деятельности, представляют диаграммы рабочих процессов, способные отображать семантическую и временную логику процессов. Важным обстоятельством является и то, что в этих диаграммах заложен механизм имитационного моделирования.

В то же время, диаграммы рабочих процессов не содержат в явном виде смысловой дифференциации дуг, как это сделано в структурных диаграммах. Принятое в них размещение дуг поддерживает интуитивное представление системы в виде черного ящика, выработанное у большинства аналитиков. Однако в структурных диаграммах очень трудно изобразить алгоритм рассматриваемого процесса.

Менее всего приспособлены для описания операторской деятельности диаграммы потоков данных –

их достоинства раскрываются, в основном, при моделировании процессов распределенной обработки информации.

Приведенные выводы и заключения нуждаются в тщательном анализе и проверке на реальных примерах, что составляет предмет дальнейшей работы по данной тематике. Однако уже сейчас можно утверждать, что использование CASE-средств для моделирования операторской деятельности способно повысить эффективность и документированность этого процесса, доведя его до уровня технологии.

### Список литературы

1. Калянов Г.Н. Консалтинг при автоматизации предприятий: подходы, методы, средства / Г.Н. Калянов. – М.: СИНТЕГ, 1997. – 316 с.
2. Анохин А.Н. Анализ деятельности оператора: модели и методы: учебное пособие / А.Н. Анохин. – Обнинск: ИАТЭ, 1993. – 88 с.
3. Анохин А.Н. О возможности применения CASE-технологии в задачах моделирования деятельности оператора / А.Н. Анохин // Диагностика и прогнозирование состояния объектов сложных информационных интеллектуальных систем: сб. научн. тр. №13 кафедры АСУ; под общ. ред. В.А. Острейковского. – Обнинск-Сургут: ИАТЭ-СГУ, 1999. – С. 130-135.
4. Тимочко А.И. Моделирование деятельности лица, принимающего решения, в системах сетевого управления / А.И. Тимочко, М.А. Павленко, В.Н. Руденко // Радиотехника: всеукр. межвед. научн.-техн. сб. – Х.: МОНУ, ХНУРЕ, 2007. – Вып. 151. – С. 85-91.

Поступила в редколлегию 1.09.2009

**Рецензент:** канд. техн. наук, доц. С.А. Войнович, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

### МОДЕЛЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ОПЕРАТОРА З ВИКОРИСТАННЯМ CASE-ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ РОЗРОБЦІ ПЕРСПЕКТИВНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

М.А. Павленко

*У статті проведений аналіз описових можливостей CASE-технологій з погляду можливості їхнього застосування для розробки і модифікації моделі діяльності оператора в процесі прийняття рішень при управлінні складними динамічними об'єктами. Розглядаються переваги й недоліки CASE-технологій при вирішенні завдань дослідження діяльності операторів в індивідуальній і груповій діяльності.*

**Ключові слова:** оператор, ергономіка, моделювання, CASE.

### MODELING TO ACTIVITY OF THE OPERATOR WITH USE CASE-TECHNOLOGY AT DEVELOPMENT OF THE PERSPECTIVE FACILITIES TO AUTOMATIONS

M.A. Pavlenko

*Analysis of the descriptive possibilities CASE-technology is organized in article with standpoint of the possibility of their using for development and modification to models figure operator in process decision making when governing complex dynamic object. They Are Considered value and defect CASE-technology at decision of the problems of the study to activity operator in the individual and group to activity.*

**Keywords:** operator, ergonomics, modeling, CASE.