

ние параметра  $t$  до 3 позволяет выявить ошибку в самом начале испытаний.

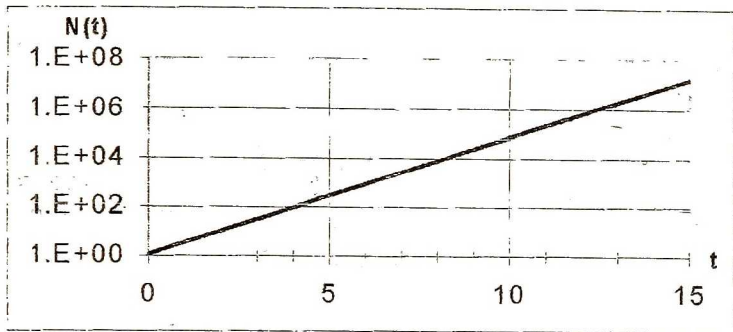


Рисунок 4.

Зависимость числа тестов, выполняемых до обнаружения первой ошибки, от точности вычислений

Рассмотренный метод был с успехом применен в подсистеме автоматизированного тестирования объектов технологии графосимволического программирования [2]. Созданное на его основе программное обеспечение было внедрено в учебный процесс кафедры информационных систем и технологий СГАУ

#### *Список использованных источников*

1. Липаев В.В. Тестирование программных средств. Методическое руководство. – М.: МГТУ «Станкин», 1999. – 118с.
2. Коварцев А.Н. Автоматизация разработки и тестирования программных средств на основе технологии графосимволического программирования: Дис. на соиск. учен. ст. докт. тех. наук. — Самара, 1999. — 284 с.

## **ТАКСОНОМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ**

Михеев С.В.

Усложнение дорожно-транспортных условий требует непрерывного совершенствования методов и средств управления движением. В комплекс мероприятий, направленных на решение задачи обеспечения нормального функционирования современного города в условиях повышенной автомобилизации, автоматизация управления дорожным движением занимает одно из ведущих мест [1]. При этом современная автоматизированная система управления дорожным движением - это комплекс

технических и программных средств. Автоматизированная система должна обеспечивать сбор, хранение и обработку информации о транспортных потоках, состоянии улично-дорожной сети (УДС) и оптимизированное управление дорожным движением [2, 3].

Разрабатываемая автоматизированная система оперативного управления дорожным движением, позволит решать следующие задачи:

1. Сбор, хранение и обработка оперативной информации о состоянии УДС города.

2. Сбор, хранение и обработка информации об УДС города с дислокацией дорожных знаков, разметки и элементов инженерного обустройства дороги.

3. Контроль правильности установки новых технических средств, организации дорожного движения и их компоновки с существующими.

4. Жесткое координированное управление транспортными потоками на отдельных магистралях или на небольших участках УДС.

Математическая модель, лежащая в основе автоматизированной системы, построена на основе принципов объектно-ориентированного программирования. Объектом управления в разработанной системе является транспортный поток  $N$ , движущийся по схеме дорог (улиц)  $S$ . Сформулируем задачу управления потоком следующим образом: необходимо организовать движение транспортного потока  $N$  таким образом, чтобы выполнялись следующие условия: максимальная безопасность движения и максимальная пропускная способность перекрестков.

Построим функцию управления  $F: (N_i, S_i, U) \rightarrow (N_j, S_{j+1})$ , т.е. имея поток  $N_i$  на участке схемы  $S_i$  и воздействуя на него управляющим органом  $U$ , получим другой поток  $N_j$  на следующем участке  $S_{j+1}$ .

В основе объектно-ориентированного программирования лежит понятие объект - совокупность данных, принадлежащих некоторому абстрактному типу, определяющему структурные связи между данными и действия над ними. Абстрактный тип в терминах объектноориентированного подхода трактуется как класс объектов [4]. Понятие класса допускает и более широкую трактовку, которая дает основу для классификации и декомпозиции объектов в различных предметных областях. Это понятие определяет алгебру объектов, специфицируя потенциальное множество объектов и возможные действия над объектами этого множества. Класс определяется как множество объектов, обладающих внутренними свойствами, присущими любому объекту класса. Причем спецификация класса проводится путем определения его имманентных свойств, которые в этом плане играют роль классообразующих признаков [4]. Например, свойство «Управлять дорожным движением» присуще всем техническим средствам организации дорожного движения и является классообразующим призна-



ком класса «Технические средства организации дорожного движения». В качестве других признаков могут использоваться, например, место расположения, дата установки дорожного знака (светофорного объекта) и т.п.

Понятия свойства является первичным в определении класса. Определяя класс «Технические средства организации дорожного движения», мы задаем конечное множество его свойств. Определяя объект класса, например, «Светофор», мы должны определить значение этих свойств.

С другой стороны, любой класс является множеством, состав объектов которого может меняться в динамике работы системы. Класс как множество в любой момент времени характеризуется набором принадлежащих ему объектов и может быть задан перечислением: «Знак 1.1», «Знак 3.2», «Светофор». Эти два способа задания класса существуют независимо один от другого. Состав имманентных свойств статичен и определяет семантический аспект спецификации класса. Состав объектов класса динамичен и определяет ассоциативный аспект класса [5].

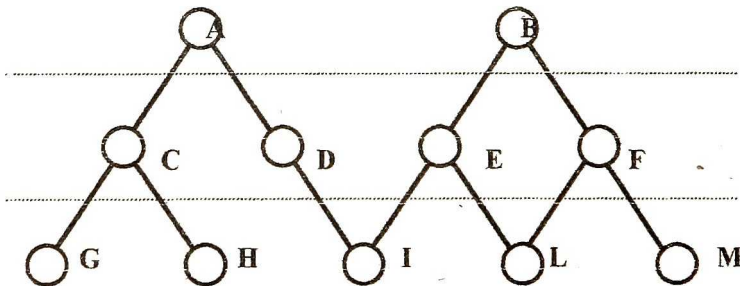
В качестве методологической и информационной основы конструирования автоматизированной системы управления дорожным движением резонно использовать модели программной таксономии. Таксономические модели рассматривают обобщение как переход на более высокую ступень абстракции путем выделения общих признаков, присущих объектам предметной области. В программных моделях такое абстрагирование позволяет осуществлять конструирование пакета прикладных программ путем подъема с одного уровня обобщения на другой с абстрагированием деталей реализации и введением новых более общих понятий и категорий. Такой процесс конструирования можно иллюстрировать формулой «УЧАСТОК ДОРОГИ в городе всегда обобщает УЛИЦУ», в которой семантика классов УЧАСТОК ДОРОГИ и УЛИЦА полностью определяется предметной ориентацией.

Множество имманентных свойств предметной области определяет базу знаний, а таксономическая модель – систематизацию этих знаний на основе построения иерархической структуры понятий – классов предметной области [5]. Использование таксономических моделей позволяет произвести декомпозицию предметной области (ПО) на классы объектов и установить регламент межклассовых отношений, на базе которых может быть построена унифицированная иерархическая модель классов ПО. В основе любой декомпозиции лежит задача классификации – определения иерархии понятий ПО и реализующих эти понятия классов объектов.

Основными правилами декомпозиции ПО «Организации дорожного движения» на классы объектов являются следующие:

- модель управления потоком в системе определяется классами РАССТАНОВКА ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ, ЖЕСТКОЕ КООРДИНИРОВАНИЕ, ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ;
- модель потока определяется классами СКОРОСТЬ, ИНТЕНСИВНОСТЬ, ПЛОТНОСТЬ;
- модель улично-дорожной сети определяется классами УЛИЦА, УЧАСТОК, ОБЪЕКТ НА УЧАСТКЕ;
- модель технических средств организации дорожного движения определяется классами СВЕТОФОР, ДОРОЖНЫЙ ЗНАК, РАЗМЕТКА.

Таксономия в наибольшей степени адекватна задачам разработки систем управления дорожным движением. Таксономия позволяет конструировать новые виды объектов на основе старых, наследуя их свойства и методы. Построим таксономическое дерево УДС (см. рис.). Можно полностью описать УДС города, используя три родовых класса: <участок>, <объект на участке>, <технические средства организации дорожного движения>. Семантика классов, представленных на рисунке следующая: А – техническое средство регулирования; В – участок дороги; С – дорожный знак; D – светофорный объект; Е – пешеходный переход; F – перекресток; G – предупреждающий знак; H – запрещающий знак; I – участок улицы с регулируемым пешеходным переходом; L – участок улицы с нерегулируемым пешеходным переходом на перекрестке; M – участок улицы с перекрестком.



Таксономическое дерево УДС

Рассмотрим знак как объект, расположенный на участке дороги. Знак является самостоятельным объектом, обладающим набором определенных имманентных свойств. Любой знак разрешается устанавливать на участке, если соблюдается набор условий. После рассмотрения всего набора знаков, предусмотренных ГОСТом 23457-86, были выявлены признаки установки этих знаков на улично-дорожной сети города. Эти признаки вошли в набор имманентных свойств объекта <Участок>.

Рассмотрим некоторые из них

$$a1 = \begin{cases} 1, \text{ участок внутри населенного пункта} \\ 0, \text{ участок вне населенного пункта} \end{cases}$$

$$a2 = \begin{cases} 1, \text{ есть ж/д переезд на данном участке} \\ 0, \text{ нет ж/д переезда} \end{cases}$$

Для контроля правильности установки знаков построим предикатную функцию вида:  $F_1(A) \rightarrow B$ , где  $F_1$  – правило установки  $i$ -го знака;  $A$  – множество признаков участка, на который устанавливается знак;  $B$  – булево множество. Если  $F_1$  равно 1, то знак можно установить на этом участке, если 0, то нельзя.

Рассмотрим пример предикатной функции правил установки знаков:

**ЗНАК 1.1** Железнодорожный переезд со шлагбаумом

$$PR\_UZ1.1 = \begin{cases} 1, \text{ если } [(a1=1) \vee (a3=1)] \wedge (a4=1) \wedge [(a1=1) \wedge (SNOUch \geq 50) \wedge \\ (SNOUch \leq 100) \vee (a1=0) \wedge (SNOUch \geq 150) \wedge (SNOUch \leq 300)] \wedge \\ (a12=1) \wedge (a13=1) \wedge [(a5=1) \wedge (a5=0) \wedge (Distance=50)] \\ 0, \text{ иначе} \end{cases}$$

Таким образом, разработанная автоматизированная система управления дорожным движением обеспечивает сбор, хранение и обработку информации о транспортных потоках города, состоянии улично-дорожной сети и оптимизированное управление дорожным движением. Принципы таксономии, лежащие в основе структурной и функциональной организации системы, позволяют достраивать ее новыми компонентами без перепрограммирования основной части.

Система реализована в среде визуального программирования DELPHI 4.0 и успешно прошла тестирование в отделе организации дорожного движения УГИБДД г. Самары.

*Список использованных источников*

1. Клиньковштейн Г.И. Организация дорожного движения. – М.: Транспорт, 1975. – 192 с.
2. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения: Справочник. Пер. с англ. / В.У.Рэнкин, П. Клафи, С. Халюерт и др. – М.: Транспорт, 1981. – 592 с.
3. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения. – М.: Транспорт, 1999. – 255 с.
4. Timothy Budd An Introduction to Object-Oriented Programming. –1997. - 467с.
5. Кораблин М.А. Предметно-ориентированное конструирование имитационных технологич компьютерного исследования. Автореф.дис....д-ра техн. наук. Самара, 1993.-16 с.