

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

УДК 656.13: 519.816

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

Абрамова Л.С., Капинус С.В.

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

В статье рассматриваются вопросы применения системного анализа при исследовании систем управления дорожным движением с учетом их особенностей, как эргатических систем. Выявлены структуры подсистем эргатической системы управления дорожным движением. Также определены функции каждого элемента. Особое внимание уделено определению функций человека-оператора и лица принимающего решение (ЛПР) в процессе управления дорожным движением и построена функциональная схема ЛПР.

Ключевые слова: системный анализ, дорожное движение, функции, структура, принятие решений.

Постановка проблемы. Наличие в транспортной системе такого элемента как человек, дает возможность рассматривать транспортную систему как человеко-машинную систему. Активный элемент системы – человек, имеет способность к целенаправленному поведению в меняющейся ситуации и адаптации к новым условиям функционирования системы. Такой подход к исследованию предполагает определение функций человека в системе и определение его взаимосвязей с техническими элементами системы.

Анализ последних исследований и публикаций.

На транспорте человек и техника взаимодействуют в трех сферах деятельности: непосредственное управление транспортными подвижными объектами (водитель-автомобиль); дистанционное управление комплексами подвижных или неподвижных транспортных объектов (диспетчерский пункт); управление большими объектами (автоматизированные системы управления). Целью взаимодействия человека-оператора и техники (ЭВМ, измерительные и исполнительные устройства, в конце концов, автомобиль) в системе управления дорожным движением (ДД) является повышение эффективности функционирования дорожного движения, критериями которого являются: повышение уровня безопасности, снижение транспортных задержек, а также снижение выбросов вредных веществ в атмосферу.

Современные человеко-машинные (эргатические) системы состоят из аппаратных средств, программного обеспечения и персонала. Эти компоненты действуют совместно для выполнения некоторой функции или достижения цели. Выполнение задачи зависит от большого количества переменных, характеризующих функции системы. Системные функции могут осуществляться как персоналом, так и аппаратно-программными компонентами системы или одновременно [1, 2].

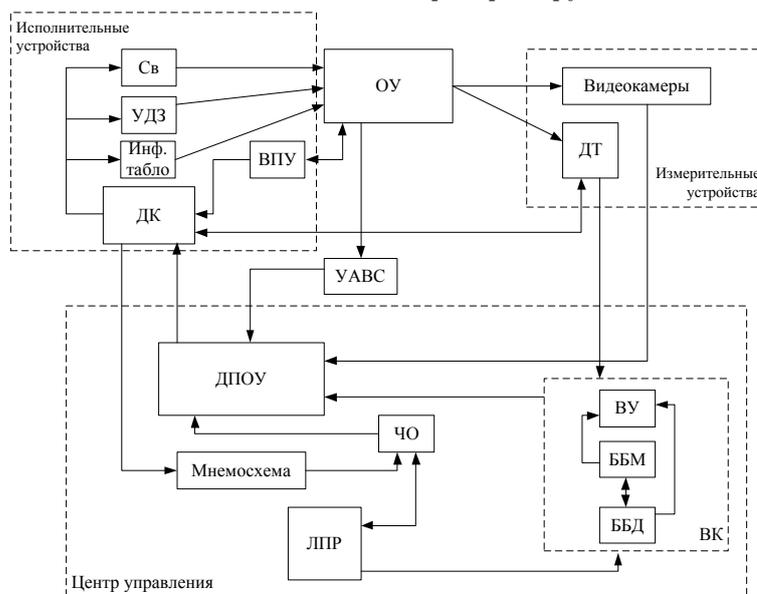
Выделение не решенных ранее частей общей проблемы. Важнейшими задачами, возникающими при рассмотрении эргатических систем «человек-

машина» является оптимальное распределение функций между человеком и машиной и исследование функциональных нагрузок на человека [2].

Функции человека-оператора в системе управления дорожным движением при определении и анализе задач управления достаточно весомы. Принятие окончательного решения в слабоструктурированных проблемах всегда сопряжено с риском и, в этой связи, осуществляется человеком на основе его опыта, знаний и интуиции.

Цель статьи. Главной целью этой работы является выделение функций технических и нетехнических подсистем системы управления дорожным движением и построение функционально-структурной модели, которая позволит формализовать уровень принятия решений.

Изложение основного материала. Требования к выполнению оператором функций зависят



Условные обозначения: ВУ – вычислительные устройства; БД – блок баз данных; БМ – блок баз моделей; ДПОУ – дисплейный пульт оперативного управления; ЧО – человек-оператор; ЛПР – лицо принимающее решение; ОУ – объект управления; ВК – вычислительный комплекс; ДТ – детекторы транспорта; Св – светофоры; ВПУ – вызывные пешеходные устройства; УАВС – устройства аварийно-вызывной связи; УДЗ – управляемые дорожные знаки; ДК – дорожные контроллеры.

Рис. 1. Структура эргатической системы управления ДД

от степени автоматизации системы. В обычных ситуациях ЭВМ центра управления дорожным движением (ЦУДД) обеспечивает оператора информацией для принятия решения и осуществляет трансформацию и передачу решений, принятых оператором. В более сложных ситуациях ЭВМ выступает еще и в роли консультанта. На более высоких уровнях автоматизации оператор может задавать ЭВМ определенную стратегию управления, которая соответствует реальной обстановке на улично-дорожной сети (УДС). Человек имеет возможность передавать прямые распоряжения на объект управления или изменять параметры программы управления. В этом случае ЭВМ выступает в качестве творческого соисполнителя. Но человек является ведущим звеном, так как он должен знать структуры и цели программ управления, чтобы ЭВМ корректно реализовала управляющее воздействие в зависимости от ситуации на ВДМ.

Предложено провести структурный анализ систем управления ДД, который позволит оценить соответствие структуры системы поставленным целям ее функционирования, а также достичь значительной экономии времени и средств при ее проектировании. Разработанная структурная схема приведена на рис. 1.

Функциональный анализ, проводимый при системных исследованиях, предполагает: рассмотрение любого объекта (системы) не в конкретной предметной форме, а в комплексе выполняемых функций [3, 4].

Эргатическая система управления дорожным движением в общем виде состоит из нескольких подсистем, а именно: центр управления, измерительные устройства и исполнительные устройства. Эти подсистемы реализуют функциональные требования с помощью оборудования и каналов связи. В ходе исследований была проведена детализация структуры до уровня подсистем с определением элементов и их функций в каждой подсистеме.

Последующая детализация структурной схемы позволила выделить подсистему «центр управления» (рис. 2), которая обеспечивает централизованный сбор и хранение информации о параметрах дорожного движения, формирование управляющих воздействий и передачу их на исполнительные устройства, сбор информации о сбоях.

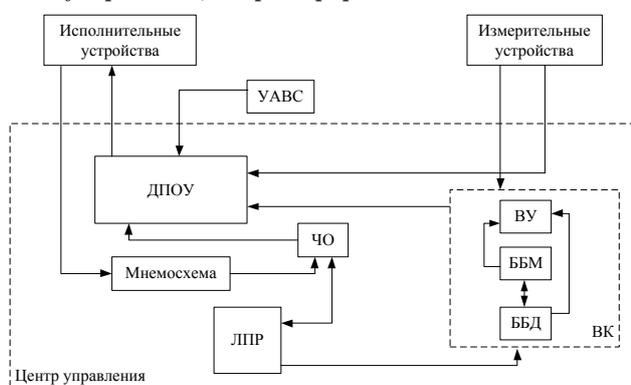


Рис. 2. Структура подсистемы «центр управления»

Основной функцией подсистемы «центр управления» является – формирование управляющих воздействий на ДД.

К функциям элементов подсистемы «центр управления» относится:

1 – выполнение расчетов параметров управления движением автотранспортных средств (АТС) на УДС.

2 – накопление (хранение) данных о параметрах транспортных потоков.

3 – хранение алгоритмов и моделей управления ДД, критериев выбора управляющего воздействия и показателей эффективности функционирования.

4 – отображение работоспособности исполнительных и измерительных устройств.

5 – выполнение действий человека-оператора (ЧО);

6 – отображение параметров движения АТС по УДС;

7 – обеспечение визуального наблюдения за движением АТС.

8 – обеспечение визуального контроля за мнемосхемой и за движением АТС по УДС;

9 – формирование управляющих воздействий (реагирование) для внештатных ситуаций в оперативном режиме.

10 – формирование управляющих воздействий для БМ;

11 – осуществление выбора управляющего воздействия на объект управления (ОУ);

12 – осуществление ситуационного контроля на УДС.

Выделенная подсистема «измерительные устройства» (рис. 3) осуществляет удаленный сбор информации с камер видеонаблюдения, детекторов транспортного потока, а также информации о дорожном движении, получаемой из внешних источников, а также обеспечивает предоставление собранной информации другим подсистемам для информирования участников дорожного движения и принятия решений.

Основной функцией подсистемы «измерительные устройства» является измерение параметров ДД.

Функциями элементов подсистемы «измерительные устройства» являются:

13 – мониторинг ТП.

14 – измерение параметров ТП.

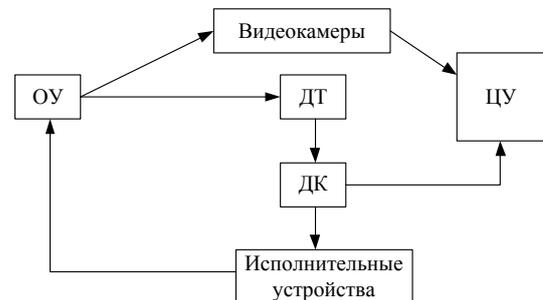


Рис. 3. Структура подсистемы «измерительные устройства»

К функциям подсистемы «исполнительные устройства» (рис. 4) относятся: доведение информации о схеме ОДД, дорожных условиях и рекомендуемых путях объезда до участников дорожного движения, обеспечение мониторинга работоспособности оборудования и принятие информации от детекторов транспорта. Также подсистема осуществляет управление транспортными

ми потоками на пересечениях, оборудованных светофорами (эта функция включает анализ и обработку данных от детекторов транспорта, разработку и исполнение планов координации на нескольких перекрестках магистралей).

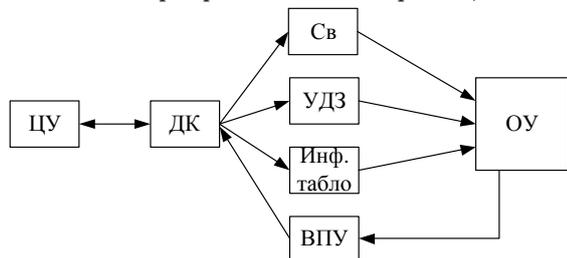


Рис. 4. Структура подсистемы «исполнительные устройства»

Функциями элементов подсистемы «исполнительные устройства» являются:

15 – обеспечение управления проездом АТС через перекресток.

16 – прерывание программы выполнения цикла светофорного регулирования для остановки ТП.

17 – обеспечение связи участников ДД с оператором.

18 – отображение управляющих значений параметров режима движения в оперативном режиме.

19 – отображение информации об условиях движения для АТС.

20 – обеспечение управления светофорным устройством;

21 – определение параметров локального и координированного управления движением АТС на перекрестках УДС;

22 – обеспечение связи измерительных и исполнительных устройств с ЦУ и между собой;

23 – обеспечение контроля работоспособности исполнительных и измерительных устройств.

Для функционального описания системы применили метод дерева функций. Согласно этапам и правилам построения дерева функций [4, 5], были разработаны деревья функций для под-

систем «центр управления» (рис. 5) и «исполнительные устройства» (рис. 6), согласно функциям каждого элемента и основных функций системы управления ДД, которые делятся на основные, вспомогательные и информационные [6].

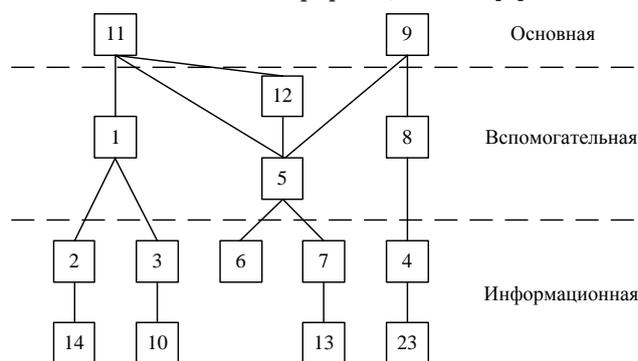


Рис. 5. Дерево функций подсистемы «центр управления»

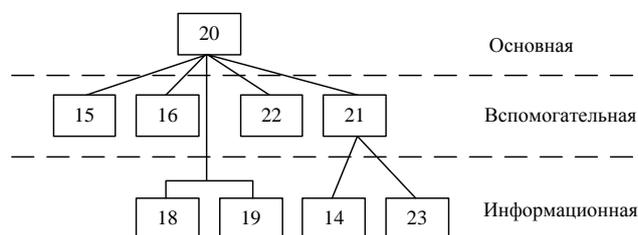


Рис. 6. Дерево функций подсистемы «исполнительные устройства»

Совмещение структурной модели и функциональной дает возможность получить обобщенную (функционально-структурную) модель (табл. 1), главное назначение которой выявление недостающих и неиспользуемых функций и элементов системы.

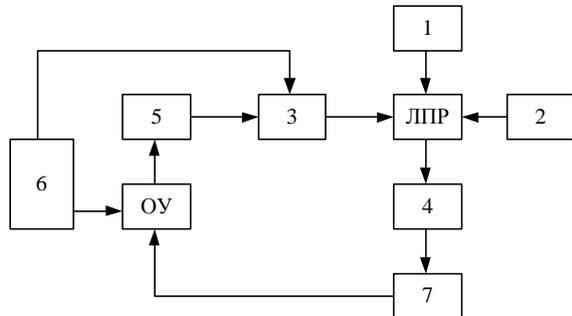
При анализе функционально-структурной модели выявили, что основную часть функций в системе управления дорожным движением выполняют 4 элемента системы: ДПОУ, ЧО, ЛПР и ДК. Функции управления выполняются нетехническими элементами системы: человек-опера-

Таблица 1

Функционально-структурная модель

Функция	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
Структурный элемент																								
ВУ	+																							
ББД		+																						
ББМ			+																					
Мнемосхема				+																				
ДПОУ					+	+	+																	
ЧО								+	+															
ЛПР										+	+	+												
Видеокамеры													+											
ДТ														+										
Светофоры															+									
ВПУ																+								
УАВС																	+							
УДЗ																		+						
Информтабло																			+					
ДК																					+	+	+	+

тор в системе управления дорожным движением выполняет в основном диспетчерские функции, а ЛПП вырабатывает стратегию поведения системы управления (принятие решений), тем самым ЛПП оказывает существенное влияние на эффективность функционирования всей системы управления ДД.



Условные обозначения: 1 – учет директив вышестоящих инстанций о целях и задачах системы; 2 – ограничения по ресурсам, степени самостоятельности; 3 – обработка информации от ОУ и внешней среды; 4 – выбор управляющего воздействия; 5 – измерение параметров ОУ; 6 – внешняя среда, информация о внешних условиях; 7 – передача управляющего воздействия на ОУ через исполнительные устройства.

Рис. 7. Функциональная схема ЛПП

Процесс принятия решения, который состоит в выборе рационального решения из некоторого множества альтернативных решений с учетом некоторых ограничений для ЛПП, можно представить в виде функциональной схемы (рис. 7). Конечным решением по управлению считается такое решение, которое объективно отражает до-

рожно-транспортную ситуацию и соответствует достижению генеральной цели управления.

Следовательно, при выполнении выявленных функций, ЛПП должен осуществить выбор вариантов потенциально возможных решений и на следующем этапе выбрать наиболее эффективное и для него сформировать необходимое управляющее воздействие, т.е. иметь поддержку в процессе принятия решений.

Выводы и предложения: В результате применения системного анализа к исследованию систем управления дорожным движением с учетом их особенностей как эргатических систем, были получены следующие результаты: проведенный структурный анализ с учетом принципов эргатических систем позволил определить технические и нетехнические подсистемы в системе управления дорожным движением; при проведении функционального анализа построено дерево функций для технических и нетехнических элементов системы управления дорожным движением. Это позволило выявить функции, их иерархию и взаимосвязь с техническими подсистемами; в результате построения функционально-структурной модели системы управления дорожным движением определено, что человек-оператор выполняет диспетчерские функции, тогда как ЛПП вырабатывает стратегию и тактику работоспособности системы управления. Тем самым ЛПП оказывает существенное влияние на эффективность функционирования всей системы управления ДД, что предполагает применение элементов теории принятия решений к формализации процесса выбора решений для повышения эффективности процесса управления ДД.

Список литературы:

1. Автоматизированные системы управления дорожным движением в городах / В. В. Петров: Учебное пособие. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2007. – 104 с.
2. Технические эргатические системы. – К.: Вища шк., 1977. – 344 с.
3. Теория систем и системный анализ (ТСиСА): учебно-методический комплекс / Т.Я. Данелян. – М.: Изд. Центр ЕАОИ, 2010. – 303 с.
4. Волкова В.Н., Денисов А.А. Основы теории систем и системного анализа. – СПб.: СПбГТУ, 1997. – 510 с.
5. Одрин В.М., Картавов С.С. Морфологический анализ систем. Построение морфологических таблиц. – К., «Наукова думка», 1977. – 148 с.
6. ДСТУ 4158-2003. Безпека дорожнього руху. Автоматизовані системи керування дорожнім рухом. Загальні вимоги.

Абрамова Л.С., Капінус С.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ДОРОЖНІМ РУХОМ

Анотація

У статті розглядаються питання застосування системного аналізу при дослідженні систем управління дорожнім рухом з урахуванням їх особливостей, як ергатичних систем. Виявлені структури підсистем ергатичної системи управління дорожнім рухом. Також визначено функції кожного елемента. Особливу увагу приділено визначенню функцій людини-оператора та людини, що приймає рішення (ЛПП) у процесі управління дорожнім рухом і побудована функціональна схема ЛПП.

Ключові слова: системний аналіз, дорожній рух, функції, структура, прийняття рішень.

Abramova L.S., Kapinus S.V.

Kharkov National Automobile and Highway University

SYSTEM ANALYSIS SYSTEMS TRAFFIC MANAGEMENT

Summary

The issues of application of system analysis in the study of systems of traffic management, taking into account their characteristics, such as ergatic systems are considered in the article. The structures of subsystems of the ergatic system of traffic control are specified. The function of each element is also defined. Special attention is paid to the definition of the functions of the human operator and decision maker (DM) in the management of road traffic and there was built a functional diagram of the decision-maker.

Keywords: system analysis, traffic, functions, structure, decision-making.