



4. Evtukov S.A., Medres E.P. Proektirovanie i stroitelstvo oblegchennykh na sypej s primeneniem EPS-blokov // Zhurn. "Avtomobilnye dorogi", №10, 2007, s.73-75.

5. Evtukov S.A., Medres E.P., Ryabinin G.A. Spektor stroitelstvo, raschet i proektirovanie oblegchennykh nasypej // Izd. ID "Petropolis". - SPb., 2009. 260 s.

*Евтюков Сергей Аркадьевич* – доктор технических наук, профессор ФГБОУ «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», г. Санкт-Петербург, E-mail: evsa@online.ru

*Евтюков Станислав Сергеевич* – аспирант Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, г. Санкт-Петербург.

*Evtukov Sergey* – Professor, Doctor of Technical Sciences, FGBOU "Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering", St. Petersburg, E-mail: evsa@online.ru

*Evtukov Stanislav* – graduate of St. Petersburg State University of Architecture and Construction, St. Petersburg.

УДК 62-7+629.11-7

## ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

*Евтюков С.С., Шавыраа Ч.Д.*

*Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург*

*Тувинский государственный университет, Кызыл*

## TECHNICAL DIAGNOSTICS OF GROUND TRANSPORTATION AND PROCESSING VEHICLES

*Evtukov S.S., Shavyraa Ch.D.*

*Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint-Petersburg*

*Tuvin State University, Kyzyl*

В статье представлены основная техническая диагностика наземных транспортно-технологических машин, в частности, использование методов математического моделирования и программирования. Техническое диагностирование рассмотрено как сложная система, имеющая определенные цели.

**Ключевые слова:** диагностика, транспорт, моделирование, система, описание.

The article presents the main technical diagnostics of ground transportation and processing vehicles, in particular the use of mathematical modeling and programming. Technical diagnosis is considered as a complex system, which has specific goals.

**Keywords:** diagnostics, transport, modeling, system description.

Функциональное представление системы технической диагностики наземных транспортно-технологических машин (НТТМ) можно реализовать в общем виде, воспользовавшись предлагаемым М. Месаровичем и Я. Текахарой математическим описанием теории общих систем, представляя систему диагностирования в виде множества совокупностей всех правильных комбинаций составляющих его компонентов, так называемым теоретико-множественным представлением:

$$S \subset \times \{ V_i, i \in I \}, \tag{1}$$

где:  $S$  – система, заданная на семействе множеств  $V = \{ V_i, i \in I \}$ , как некоторое собственное подмножество декартова произведения  $\times V$ ;  $V_i$  – компоненты декартова произведения  $\times V$ ;  $I$  – множество индексов.

Организация системы диагностирования наземных транспортно-технологических машин в значительной мере определяется перечнем задач, решаемых системой: определение работоспособности объекта -  $Z_1$ , поиск дефектов –  $Z_2$ , прогнозирование –  $Z_3$ .

В большинстве случаев перед  $Z_2$  и  $Z_3$  решается  $Z_1$ .

Наиболее вероятны сочетания:  $Z_1 = \{Z_1\}$ ;  $Z_2 = \{Z_1, Z_2\}$ ;  $Z_3 = \{Z_1, Z_3\}$ ;  $Z_4 = \{Z_1, Z_2, Z_3\}$ .

$Z_1$  и  $Z_3$  характерны для невозстанавливаемых объектов,  $Z_2$  и  $Z_4$  для восстанавливаемых.

Задачи  $Z_1$ , являются компонентами декартова произведения  $V_i$ .

Поскольку  $I$  – конечное число, выражение (1) можно представить в более простой форме в зависимости от вида решаемых задач, например, в случае  $Z_4$ , используя свойство ассоциативности декартова произведения:

$$S \subset V_2 \times (V_1 \times V_3). \tag{2}$$

Система диагностирования НТТМ проявляет все признаки системы типа «вход–выход». Если предположить, что множество индексов  $I$  разбивается на два

подмножества  $I_x$  и  $I_y$  таких, что  $I_x \cap I_y = \emptyset$  и  $I_x \cup I_y = I$ , то выражение (1) можно представить в виде:

$$S \subset \{ V_i, i \in I_x \} \times \{ V_i, i \in I_y \}, \tag{3}$$

где:  $I_x$  – подмножество индексов, соответствующих всем возможным состояниям объектов системы, определяемых состоянием объекта диагностирования (входным объектам  $X$ );

$I_y$  – подмножество индексов, соответствующих всем возможным состояниям объектов системы, отражаемым выходными объектами  $Y$ , (диагностической информацией, получаемой техническими средствами диагностирования и исполнителями).

Выражение (3) имеет вид  $X \rightarrow Y$ , по определению такая система является функциональной. Функциональное представление объекта дает возможность рассмотреть его как иерархически организованную систему. Подобное представление системы в виде иерархического образования имеет ряд особенностей и преимуществ:

- представление системы можно использовать для описания того, как влияют изменения приоритетов на верхних уровнях на приоритеты элементов на нижних уровнях;



- иерархии представляют более подробную информацию о структуре и функции системы на нижних уровнях и обеспечивают рассмотрение элементов и их целей на высших уровнях;

- по имеющимся исследованиям, системы, построенные иерархически, т.е. посредством модульного построения и затем сборки модулей, строятся намного эффективней, чем системы собранные в целом;

- иерархии устойчивы (малые изменения имеют незначительные проявления в системе) и гибки (добавления к хорошо сконструированной иерархии не разрушают ее основных характеристик).

Основываясь на теоретико-множественном представлении системы технической диагностики, можно реализовать второй и третий этапы программно-целевого метода управления сложными производственно-экономическими системами.

Дерево целей и дерево системы являются иерархически построенными конструкциями, т.к. группируют элементы по принципу взаимного влияния, образуя тем самым уровни (кластеры), что является признаком иерархий.

Дерево целей представляет собой классический пример иерархии с типовым набором уровней: уровень 1 – общая цель, уровень 2 – подцели, уровень 3 – функции, уровень 4 – факторы. Факторы разрабатывают сценарии реализации функций.

В свою очередь, дерево систем, построенное по принципу «субординации» элементов базового системотехнического комплекса, на «младшем» третьем уровне имеет исполнителей, реализующих сценарии. Подобным образом осуществляется взаимодействие дерева систем и дерева целей, возникают системные значимые связи.

Схема взаимодействия дерева целей и дерева систем представлена на рис. 1. Возникающие между уровнями дерева систем и дерева целей связи в большей степени относятся к связям взаимодействия, строения, функционирования и управления.

Блоки Г1-1-1 и 3-1, представляющие собой отражение влияния технической диагностики на систему технического обслуживания и ремонта и, опосредованно, на метасистему эксплуатации НТТМ, обладают наибольшим количеством динамических связей (рис. 1)  $I, m, n$  – доля реализации с учетом важности и весомости каждого фактора.

Исследования в области качества эксплуатации НТТМ проводились на кафедре наземных транспортно-технологических машин СПбГАСУ. Экспертным методом определен ряд показателей качества системы эксплуатации наземных транспортно-технологических машин, которые можно использовать для определения доли реализации системных связей с учетом важности влияния каждой. Эти исследования рассматривали два направления обеспечения качества эксплуатации парка НТТМ: обеспеченность всеми видами ресурсов и организованность, параметры весомости которых  $\delta_B$ , соответственно, составляют: обеспеченность ресурсами – ( $\delta_B = 0,5$ ); в свою очередь,

обеспеченность основными НТТМ –  $\delta_{\text{ВСДМ}} = 0,2$ ; эксплуатационной базой –  $\delta_{\text{ВЭБ}} = 0,22$  ; трудовыми ресурсами –  $\delta_{\text{ВТР}} = 0,2$ ; технологической обеспеченностью работ –  $\delta_{\text{ВТО}}=0,25$ ; материалами и энергоносителями для обслуживающих работ –  $\delta_{\text{ВМЭН}} = 0,03$ ; управляемостью –  $\delta_{\text{ВУ}} = 0,25$  и т.д.

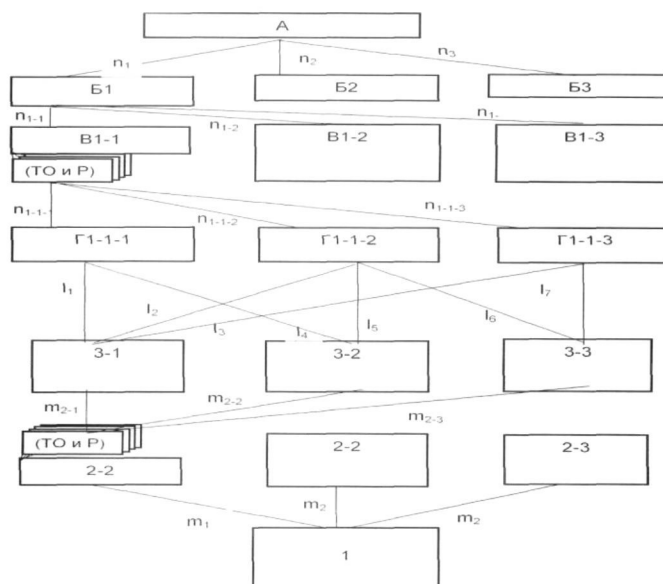


Рис. 1. Схема взаимодействия дерева целей и дерева систем НТТМ

В этом случае весомость связей  $I_1, \dots, I_7$  можно оценить, считая техническую диагностику обязательным элементом системы технического обслуживания и ремонта:

- $I_1$  как технологическая обеспеченность обслуживающих работ,  $\delta_{\text{В1}} = 0,5 \times 0,25 \times 0,1 = 0,01$ ;

- $I_2$  и  $I_3$  как эксплуатационные и технологические качества совокупности элементов базы,  $\delta_{\text{В2,3}} = 0,5 \times 0,22 \times 0,4 = 0,02$ ;

- $I_4$  как структура эксплуатационной базы,  $\delta_{\text{В4}} = 0,5 \times 0,22 \times 0,6 = 0,06$ ;

- $I_5$  как связность и организованность основных и вспомогательных обслуживающих подразделений,  $\delta_{\text{В5}} = 0,5 \times 0,25 \times 0,15 = 0,018$ ;

- $I_6$  как технологическая обеспеченность,  $\delta_{\text{В6}} = 0,5 \times 0,25 \times 0,1 = 0,0125$ ;

- $I_7$  как обеспеченность материалами и энергоносителями обслуживающих работ,  $\delta_{\text{В7}} = 0,5 \times 0,03 = 0,015$ .

В итоге, суммарная доля реализации системы технической диагностики в системе эксплуатации НТТМ может быть оценена как сумма значений коэффициентов  $\delta_{\text{В1}} \dots \delta_{\text{В7}}, \delta_{\text{ВТД}} = 0,01 + 0,02 + 0,06 + 0,018 + 0,0125 + 0,015 \approx 0,14$ .

На этом основании можно заключить, что система технической диагностики играет значительную роль в системе эксплуатации машин: суммарная доля ее реализации в общей структуре системотехнического комплекса эксплуатации строительно-дорожных машин составляет около 14%.



Воспользовавшись типологией системных связей, связи  $I_1 \dots I_7$ , возникающие при взаимодействии дерева целей и дерева систем (рис. 1), можно охарактеризовать как связи функционирования, так как системы 3 уровня дерева систем в процессе своего существования способствуют реализации сценариев: уровень Г–дерева целей–достижение главной цели системы эксплуатации НТТМ: обеспечение и повышение качества эксплуатации для выполнения автотранспортных задач и безопасности движения.

Схему реализации системы технической диагностики НТТМ можно представить в виде классически выстроенной иерархии по методу Т. Саати, основываясь на деагрегированной главной цели применения системы технической диагностики на составляющие элементы (цель→подцели→функции (факторы)→сценарии). Очевидно, поскольку АТП (автомобильно-транспортные предприятия) в своей массе не идентичны по количеству и составу имеющихся автомобильных средств, различна будет и степень специализации работ по диагностированию, что означает отличный состав и различное функциональное назначение подразделений диагностического комплекса.

Таким образом, главная цель применения технической диагностики в автомобильно-транспортных предприятиях–обеспечение и повышение эффективности эксплуатации НТТМ в автомобильно-дорожном комплексе для успешного выполнения задач организации перевозок и безопасности дорожного движения–достигается реализацией сценариев, представленных на 4 уровне структурного графа использования технической диагностики в АТП.

#### **Библиографический список**

1. Евтюков С.А., Ахтямов А.Г. Алгоритм определения экономического эффекта применения диагностических комплексов// Актуальные проблемы современного строительства. Часть II, 2006. С. 160-166.

#### **Bibliograficheskij spisok**

1. Evtuykov S.A., Akhtyamov A.G. Algoritm opredeleniya ekonomicheskogo efekta primeneniya dagnosticheskikh kompleksov// Aktualnye problemy sovremennogo stroitelstva. Chast II, 2006. S. 160-166.

*Евтюков Станислав Сергеевич* – аспирант ФГБОУ «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», г. Санкт-Петербург, E-mail: Evtuykov@mail.ru

*Шавыраа Чечек Десни-ооловна* – кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой Транспортно-технологические средства ФГБОУ ВПО «Тувинский государственный университет», г. Кызыл, E-mail: Shavyraa@mail.ru

*Evtuykov Stanislav* – graduate student FGBOU "Saint-Petersburg State University of Architecture and Construction, Saint-Petersburg, E-mail: Evtuykov@mail.ru

*Shavyraa Chechek* – Ph.D., Associate Professor, Head of Department of Transportation and technological means of FGBOU VPO "Tuvan State University", Kyzyl, E-mail: Shavyraa@mail.ru