



ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПОКАЗАТЕЛИТЕ ЗА СТРУКТУРНА НАДЕЖДНОСТ НА ОСНОВНИ ТИПОВЕ ТРАНСПОРТНИ ЧОВЕКО-МАШИНИ СИСТЕМИ

Ердоан Хаджиев

erdoan@vtu.bg

Главен асистент инж. ВТУ „Т. Каблешков“, София
БЪЛГАРИЯ

Резюме: По степен на непрекъснато участие на човека в управлението се разглеждат група транспортни системи. В някои от тях, операторът работи в режим на постоянно обслужване, извършва предимно управляващи действия, ръководейки се от инструкциите, но за всички ситуации и решения отговаря той (например, машинист, управляващ локомотив), като това са системи с пряко действие. Други работят в режим на разсрочено обслужване, (влаков диспечер) и са системи с дистанционно управление. Ергатичните системи могат да се класифицират и по други критерии, например, по ролята и мястото на човека, от това, взема ли той участие в избора на решение и изпълнява ли управляващи действия или сам служи за обект, към когото са насочени действията. Много от ергатичните системи са йерархически. Осъществявайки процесът на управление, отделните им части изпълняват различни функции и етапи, на които системата с помощта на разнообразни средства и способности достига целта на управление. Всяко предишно действие повлича след себе си следващото: няма причини – няма и следствия. Това е основният принцип на йерархическите системи, построени по признакът на подчиненост, а главния проблем е – координация на взетите решения. Дежурният постови стрелочник, машинистът на маневрени локомотив и маневрената бригада са подчинени на маневриста, а той – на дежурния ръководител, действията на който се координират от влаковия диспечер.

Ключови думи: управление, оператор, транспортна система, обслужване, ергатични системи, причини, следствия.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

При изследване и проектиране на ергатични системи е необходимо да се опишат техните особености, да се отделят основните количествени и качествени характеристики, да се избере съответен математически модел, за да се направи възможен разчет на числовите значения и техните параметри. В ергатичната система могат да участват няколко човека. Ако няколко оператора едновременно изпълняват в система № 1 операции a_1, a_2, \dots, a_n , където n е броят на операторите, всяка операция a_i се оценява с показател x_i , а всеки n показател характеризира качествените критерии на системата x , то очевидно, че екстремум на функцията $f(x)$ зависи от трудовата дейност на всички n оператори. Системата е полиергатична (управление движението на влаковете в железопътен участък). При ергатична система № 2, има също n оператора, само че те работят по различен начин. В даден момент в системата работи само един оператор. След определено време операторите се сменят (например, по график на дежурство или при настъпване на умора). В този случай характеристиките на системата зависят от работата на

един оператор и тя се нарича моноергатична (управление на гърбичните вагонозадържатели, авиодиспечери и др.).

При класификацията на ергатичните системи се имат в предвид следните критерии:

- брой на операторите в системата;
- степен на непрекъснато участие на човека в процеса на управление;
- обвързаност на оператора с обектите на управление.

Основните етапи за разработване на транспортни ергатични системи са дадени на фиг. 1.



2. ИЗЛОЖЕНИЕ

Изследвана е системата «човек-машина-среда» в железопътния транспорт. Там операторът и оборудването си взаимодействат в три области: пряко управление на транспортните подвижни обекти (машинист-локомотив); дистанционно управление на комплекси от подвижни или стационарни транспортни съоръжения (влаков диспечер, дежурен ръководител, оператор в разпределителна гара); управляване на мащабни системи (автоматизирана система за контрол между отделните видове транспорт) [1]. Всяка от тези сфери изисква специален подход към обучението и квалификацията на персонала. В същото време те имат сходни черти и общи зависимости. Изменение на операторските функции в транспортните ергатични системи се съпровожда от нови характерни особености, състоящи се в това, че той все по-често управлява едновременно няколко обекта, решавайки различни задачи. Все повече се отдалечава от обектите на управление, получавайки информация за тяхното състояние от системите за дистанционно предаване на данни. По различен начин са натоварени неговите сетивни органи, като визуалния канал на възприятие се превръща в основен източник за получаване на информация. В съвременните и модерни транспортни човекомашинни системи, операторът често действа в условия на времеви дефицит, причинено от увеличаване скоростта на движение на превозните средства. В транспорта изискванията са не само към технологиите, но и към оператора. Колкото и да са сложни и технически съвършени машините, те си остават оръдия на труда, които се използват за да бъдат осъществявани съзнателно поставените цели и затова е необходимо не да вписваме оператора в кръга на техническите средства, а да бъде разработен проект за дейността му и да се определят изискванията към устройствата, необходими за осъществяването на дейността. Участието на човека в производствените процеси е свързано със социални, психологически, морални и физиологически фактори, които не подлежат на математическо описание, не могат да бъдат формализирани и програмирани. Системите за управление непосредствено влияят на икономическото положение, тяхното функциониране е подчинено на определени принципи, които трудно се формализират, тъй като се определят от човека. Характерна черта на повечето системи е необходимостта в определени случаи да приемат решения в условията на недостатъчна информация и ако те не са програмирани, отново се намесва човекът [2].

Основна особеност при режим на избор на решение в реално време е ограничението, че управлението се осъществява в процес на функциониране на системата. На човек са присъщи два способа на възприемане на информация - визуална и алгоритмична. Техниката не може да оперира с образи, но използва информация, която в определени случаи визуализира физически обекти.

Друга особеност е, че характерът на поведение на човека и техниката в процеса на работа са различни. В поведението на човека в процеса на обработка на информацията се формира стратегия и тактика, които могат да бъдат променени, в зависимост от ситуацията. Поведението на техниката е ограничено поради предварително формулираните алгоритми за обработка на информацията и правилата, определящи последователността на изпълнението им. Тактиката им е ограничена, а стратегията липсва. Машината не знае какво да прави, ако е извършила това, което и е зададено. Във всички управляващи системи, човекът, с неговите сложни характеристики се явява главен ресурс в системата на управление, но при ефективно използване на техническите средства.

Ергономичните принципи при формиране на операторските групи са:

* определяне на числеността. Оптималният брой на операторите зависи от вида на техническите устройства и се определя по формула (1);

$$(1) \quad n = \frac{\sum_{i=1}^s r_{nocmi} t_{nocmi} + \sum_{i=1}^k r_{uzxi} t_{uzxi}}{T_{cm}}, \text{ бр,}$$

където:

r_{nocm} и r_{uzx} е интензивност на постъпващите и изходящи информационни съобщения;

t_{nocm} и t_{uzx} време за обслужване на s постъпващи и k изходящи съобщения;

$T_{см}$ — продължителност на работната смяна.

- * определяне на организационната структура, което зависи от характера и обема на решаваните задачи и информационните връзки между операторите в групата, а в транспорта това е йерархическата структура на управление;
- * правилно разпределение на задълженията в групата, като според типа на поведение при решаване на задачите се определя лидер;
- * оптимизация и интензивност на обучението, като главната форма на общуване е събеседването, което включва информационни, регулаторни и контролни функции;
- * характер на общуването, където се набляга на работа в екип, развиване на трудовите навици, мотивация при съвместната работа, взаимозаменяемост, опознаване личностните качества на всеки индивид.

В работата над разпределение на задачите между изпълнителите, ръководещи са следните принципи:

- * предоставяне на изпълнителите сами да управляват своето време и когато се отдава такава възможност, право на избор имат те, но независимо от трудността на задачата, се фиксира срок за нейното изпълнение, за да се постигне необходимия резултат;
- * стремеж към равномерна ангажираност на операторите, за да няма претоварване или бездействие;
- * недопускане на повече от 3 до 4 броя едновременно изпълнявани дейности, тъй като самият факт на голяма опашка на очакващи решения, влияе негативно на производителността на действие, което довежда до нерационално натоварване, умора и загубено време;
- * обезпечаване на максимална автономност на оператора, който носи цялата отговорност за управлението и резултатите от това;
- * за оптимално разпределение и изпълнение на поставените задачи са необходими оперативни съвещания и ясно делегиране на права с подизпълнителите, но ако отделните задачи не са свързани една с друга, то общото им обсъждане няма смисъл, тъй като честите оперативки понякога са загуба на време;
- * за всеки индивид е важно да знае, че трудът му има смисъл и крайния резултат на действията му не трябва да остава без внимание.
- * планирането не е догма, а ориентир и по време на организацията и изпълнението възникват ситуации, при които могат да бъдат изменяни срокове, заменяни изпълнители, отменяни направления;
- * участието в разработване на задачите от тези, които после ще ги изпълняват, значително увеличава мотивацията, повишава качеството на резултатите и намалява вероятността от конфликтни ситуации.

При изследване действията на машиниста се отделят два последователни етапа: подготовка на локомотива за пътуване (инспекция и преглед на машината и приемането и от локомотивното депо) и влаковата работа. При подготовката за пътуване, машинистът трябва да се убеди в изправността на локомотива, контролера, осветлението, наличие на масло и пясък, да провери дали има никакъв външен шум и допълнителни вибрации в агрегати и възли. След прикачване на локомотива към състава се проверява правилното свързване към първия вагон и кноровите съединения на автоматичната влакова спирачка. Влаковата работа поставя високи изисквания към работоспособността на различните анализаторни системи в организма на водача, на първо място визуална, двигателна и слухова. Машинистът трябва за кратко време да възприеме съответния сигнал, правилно да го анализира, да вземе вярното решение и да изпълни необходимото действие. Обемът на този вид информация е много голям. Разчет по време на пътуване от 500 км. показва, че от общият брой информации (8 – 10 хиляди), само 10 процента са особено важни. Това означава, че машинистът, при скорост от 80 км/ч., възприема средно по 20 информации на минута, докато при 100 км/ч. те са вече около 28.

В ергатичната система на превозния процес, влаковият диспечер и действията му за управление могат да се характеризират като едноканална система за масово обслужване с ограничено време за очакване на обслужването. Пропускателната способност на диспечера се явява определяща за цялата система и зависи от неговата натовареност, което от своя страна зависи от местоположението на влаковете в участъка, времето за обслужване на един влак,

ситуацията в гарите, състоянието на техническите средства и така нататък. Математически, натоварването на влаковия диспечер може да се представи със следната зависимост:

$$(2) \quad H(s) = f(N, t_{уч}, T_{общ}, P_{техн}, P_3),$$

където: N е броят на влаковете в участъка, изолираните локомотиви и моторни дрезини;

$t_{уч}$ – време, през което влакът пребивава в участъка;

$T_{общ}$ – общо време на диспечера за обслужване на всички влакове;

$P_{техн}$ – надеждност на техническите средства;

P_3 – вероятност за задържане на обслужването на влаковете от диспечера.

Управляващата дейност на диспечера в ергатичната система се определя от условията, в която тя се осъществява. Те не са строго определени, динамично се променят и зависят от много причини. Могат да се разделят на три групи. Първата, (наречена «външна») зависи от въздействието на външни фактори - информация за движението на влаковете, режим на работа на диспечера, микроклимат на работното му място, количеството и сложността на решаваните задачи и други. Втората група (така наречените «технически») са условията, характеризиращи техническата част на системата - степента на съответствие на информационния модел към управляемите обекти, естетическите характеристики на пулта за управление и съгласуването му с психофизиологичните характеристики на диспечера, надеждността на техническите средства. Третата група е «личностни фактори», особено психофизиологичните, които непосредствено са свързани с човека-оператор. Това са морално-психологически, социални и демографски фактори (мнения, възраст, пол), както и факторите, свързани с професионалната подготовка (квалификация, трудов стаж, професионален опит) [3].

Натоварване на диспечера е необходимото време за извършване на различни операции относно управление движението на влаковете за определен период от време, (10-минути, 30-минути, час) T_i или за смяна - $T_{общ}$. Всички управляващи действия на диспечера са свързани с движението на влаковете в участъка (пристигане, престой, разминаване, заминаване, преминаване транзит, движение в междугарията). Отношението на T_i към продължителността $T_{неп}$ на разглеждания период i на работното време, се изразява в процентно изражение и се нарича ниво на натоварване:

$$(3) \quad St = 100 T_i / T_{неп}, \%$$

Това понятие разглежда и съпоставя степента на натоварване за отделни периоди и спомага за анализирането на дейността, която се определя от структурата на системата, задачите, които тя решава и характеристиките на обектите за управление. Влаковият диспечер ръководи и контролира движението на подвижния състав, но той взаимодейства и с дежурните ръководители в поверения му участък и с диспечерите на съседните полигони, затова работата му се разглежда като многофункционална и полиергатична. Управляваните обекти и съоръжения (влакове, стрелки, светофори) реално са извън обсега на диспечера, но тяхното положение и състояние се визуализират на екрана и биват управлявани дистанционно. Това прави неговата работа многостепенна, тъй като той управлява системата чрез сигналните устройства, локомотивните бригади и дежурните ръководители [4].

Ролята на лице, вземащо решение (ЛВР) в транспорта изпълнява локомотивният машинист, командирът на самолета, капитанът на кораба, водачът на МПС, както и всеки ръководител на предприятие, фирма, банка. За всеки ЛВР са определени възможни действия, всяко от което се нарича алтернатива на решението, според което на всяко състояние на информираност на ЛВР се поставя в съответствие на това или друго негово действие от поведението, възможни при дадената информация [5].

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ако не намерим конкретни отговори на тези въпроси, проектирането и експлоатацията на ергономичните системи в транспорта ще има пасивен характер и няма да има ефект от дейността. Необходими са задълбочени изследвания и анализ на ергономичния аспект, като за усъвършенстването му трябва да бъдат решени следните проблеми:

- определяне на обобщаващи работни характеристики като звена в системите за оперативно управление;

- ефективно и рационално разпределение на функциите между оператора и техническите средства;
- анализ, синтез и оптимизация на йерархическите структури на ергономичните системи за управление, с отчитане на стратегическите цели при реформиране на транспортните системи;
- комплексна оценка на транспортните ергономични системи.

Това ще позволи принципно да бъде разрешен конфликтът между възможностите за усъвършенстване на техническите устоява и тяхната ефективна експлоатация. Проблемът може да бъде решен с разработване на активни методи за създаване, организация, управление и усъвършенстване на човеко-машинни системи с модерни ергономични технически характеристики, функциониращи в реално време.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Георгиев Н., Хаджиев Е., „Ергономичен аспект на надеждността и безопасността в транспорта – същност, проблеми, задачи на теорията и практиката”, 19-та Международна конференция "trans&motauto'11", 28.06 – 01.07.2011.
- [2] Георгиев., Хаджиев Е., „Исследование причин аварий и ошибок субъективного фактора в эксплуатации транспорта”, Международна научна конференция „Безопасността на човешкия живот, като условие за устойчиво развитие на съвременното общество”, Киев, Украйна, 08.06-09.06.2011.
- [3] Хаджиев Е., „Анализ на субективните грешки, допускани в човеко-машинните системи”, IX Международна научна конференция „Мениджмънт и инженеринг’11, 19-22.06.2011г.
- [4] Грошев Г., Иванова М., Ергономика на железодорожном транспорте. Москва, 2009.
- [5] Христов Хр., Христова М., Георгиев Н., Аналитичен подход и модел за анализ и оценка на безопасността на човекомашинни системи за управление на експлоатационния процес в транспорта. ВТУ- София, 2009.

STUDY OF INDICATORS FOR STRUCTURAL RELIABILITY OF MAIN TYPES OF MAN-MACHINE SYSTEMS

Erdoan Hadjiev

Todor Kableskov Higner School of Transport, Sofia
BULGARIA

Keywords: *management, operator, transportation system, service ergatichni systems, causes, consequences.*

Abstract: *The extent of the continuous participation of people in management are considered transportation systems group. In some, the operator works under constant care, control actions carried out primarily guided by the instructions, but for all situations and solutions he is responsible (for example, drivers operating locomotives), which are systems with direct action. Other work in deferred mode service (train dispatcher) and remote control systems. Ergatichnite systems can be classified by other criteria, for example, the role and place of the people, what does it take part in the selection decision and implement a management action or serve alone for an object to a targeted action. Many systems are hierarchically ergatichnite. By the process of governance different parts have different functions and stages of the system using a variety of tools and techniques reach the goal of management. Any previous action dragged behind another: there is no reason - no consequences. This is the basic principle of hierarchical system built on the basis of subordination, but the main problem is - the coordination of decisions. Switchman on duty guard, shunter driver of maneuver brigade and are subject to manevrists and he - the duty manager, actions which are coordinated by the train dispatcher.*