

ПРАВИЛА УСПІШНОГО ВОДІННЯ І ТАКТИКИ РИЗИКО-РЕГУЛЯТИВНОГО УПРАВЛІННЯ АВТОМОБІЛЕМ

Хабутдінов А.Р.

Локально-траєкторні ризики відображають відношення водія до небезпек на вулично-дорожній мережі. Це відношення реалізується у вигляді ризико-регулятивних тактик управління автомобілем. Такі тактики забезпечують траєкторну безпеку руху, проте приводять до значного зниження продуктивності і енергоефективності автомобіля. Представлені поняття, класифікації, логічні і розрахункові моделі для комплексної раціоналізації тактик управління автомобілем.

Local-trajectory risks reflect attitude driver toward dangers on a street road network. This relation will be realized as risk-regulation tactician drive. Such tacticians provide trajectory safety motion, however they result in considerable decline productivity and energy-efficiency car. Notions, classifications and logical models for complex rationalization, are presented tactician drive.

Постановка задачі. В авторанспортній системі (АВТС) актуально рішення проблеми комплексного підвищення продуктивності, безпеки і енергоефективності автомобільного руху. Основні ідеї і методи цієї проблеми можна формувати виходячи з методології транспортно-технологічної експлуатації автомобіля (АТЗ), яка ґрунтується на теорії енергоресурсної ефективності останнього [1]. Згідно цієї теорії рухові операції перевезень виконуються на складній вулично-дорожній мережі (ВЛМ). Вимоги продуктивності, безпеки і енергоефективності автомобільного руху забезпечуються одним і тим же процедурним способом- шляхом ситуативно-адекватної адаптації локальних швидкостей руху АТЗ до станів ВДМ і локальних транспортних потоків. Така адаптація здійснюється на основі оперативного вибору і цілеспрямованого формування декількох компонент автотранспортних технологій: експлуатаційно-технологічних характеристик АТЗ як інцидентно-небезпечного і енерговитратного об'єкту управління рухом, ланцюжків трудових і машинних процедур водіння, а також керованих процесів перетворення енергії [1]. Для того, щоб забезпечити відповідність вказаних компонент автотранспортних технологій комплексу вимог «продуктивність (П) -траєкторна безпека (ТБ) –енергоефективність (Э)» необхідна їх формалізація і структуризація. Метою статті є розробка правил і науково-методичного забезпечення тактик ризико-регулятивного управління АТЗ.

Основна частина. Введемо поняття тактики управління АТЗ (ТУА). Під ТУА розуміється ситуативно-адекватна сукупність локальних мотивацій водіння, комплексів локально- траєкторних ризиків, а також правильних і мотивованих ланцюжків трудо-машинних_процедур водіння, які обумовлюють формування багатофазних рухових операцій. Правильними називаються трудо- машинні процедури, які відповідають регламентаціям Правил дорожнього руху. Якщо ланцюжки трудо- машинних процедур водіння і темпи руху АТЗ відповідають трьом вимогам транспортно- технологічної експлуатації АТЗ (П-ТБ-Э), то ТУА називається технологічно-успішною (ТУТУА). Проте в конфліктогенній і перешкодо-насиченій ВДМ ця тактика повинна бути ще і ризико-регулятивною [2]. Необхідність регулювання локально-траєкторних ризиків обумовлюється трьома причинами: а) недостатністю оперативного часу для підготовки водієм ситуативно-адекватних темпо-вирішувальних процедур водіння в умовах невизначеності середовища; б) механічною інерційністю АТЗ як небезпечного об'єкту управління рухом; в) обов'язковістю випереджаючих розумових і передбачаючих процедур водіння перед можливими зонами локально-траєкторних небезпек (ЛТН).

В термінах водія локально-траєкторний ризик (ЛТР) — це логіко-процедурне поняття в технології водіння АТЗ що відображає, відношення оператора до небезпечних ділянок ВДМ з погляду формування успішних локальних темпів руху АТЗ. Таке відношення до локально-траєкторних небезпек присутнє у кожного кваліфікованого водія в інтуїтивній формі. У зв'язку з цим актуально створення науково-методичних основ ризико-регулятивних тактик управління АТЗ (РРТУА).

На основі узагальнення результатів власних досліджень і опублікованої літератури по основах управління АТЗ сформульовано **сім правил РРТУА**: 1. Регламентативне-правильне (тобто відповідне правилам дорожнього руху) і ситуативне-адекватне виконання трудових і машинних процедур водіння. 2. Необхідність випереджаючих темпо-вирішувальних процедур водіння. 3. Урахування бінарних (П-ТБ) і

потрійних (П-ТБ-Э) мотивацій водіння у всіх локально-траєкторних ситуаціях. 4. Ситуативна альтернативність і домінантність мотивацій водіння. 5. Завчасне інверсування як реальних, так і можливих локально-траєкторних небезпек (ЛТН). 6. Обов'язковість темпового регулювання комплексів ЛТР на всіх ділянках траєкторії руху. 7. Посадження темпо-евристичних установок водіння і кількісних підходів до ризико-регулятивної тактики управління АТЗ.

Через суперечність і процедуральну неоднозначність способів забезпечення трьох мотивацій (П-ТБ-Э) використовується умова домінантності однієї з них. Інші дві враховуються або відповідно до правил диз'юнкції (АБО), або за правилом кон'юнкції (І). таким чином, мотивації водіння можуть бути монодомінантні, складно-домінантні. Логічні моделі трьох монодомінантних мотивацій мають вигляд:

$$П \rightarrow do\ min, \quad ТБ \rightarrow do\ min, \quad Э \rightarrow do\ min, \quad (1)$$

де «domin» — умова домінантності (головна мотивація).

Складно-домінантні мотивації утворюються на основі монодомінантних. При цьому враховується узгодження останніх з двома іншими мотиваціями. Названі мотивації діляться на два види: домінантно-диз'юнктивні та домінантно-кон'юнктивні. Логічні моделі першої групи мотивацій мають наступний вигляд:

$$П \rightarrow do\ min: [(ТБ \rightarrow acnt) \cup (\exists \rightarrow acnt)], \quad (2)$$

$$ТБ \rightarrow do\ min: [(П \rightarrow acnt) \cup (\exists \rightarrow acnt)], \quad (3)$$

$$\exists \rightarrow do\ min: [(П \rightarrow acnt) \cup (ТБ \rightarrow acnt)], \quad (4)$$

де «acnt» — умова урахування інших мотивацій при домінантності основної (за-англійською — to take into account). Логічні моделі домінантно-кон'юнктивних мотивацій мають наступний вигляд:

$$П \rightarrow do\ min: [(ТБ \rightarrow acnt) \cup (\exists \rightarrow acnt)], \quad R1 \rightarrow min, \quad R2 \rightarrow opt \quad (5)$$

$$ТБ \rightarrow do\ min: [(П \rightarrow acnt) \cup (\exists \rightarrow acnt)], \quad ТИ \rightarrow unreal, \quad R3 \rightarrow min \quad (6)$$

$$\exists \rightarrow do\ min: [(П \rightarrow acnt) \cup (ТБ \rightarrow acnt)], \quad Kt \rightarrow min, \quad R4 \rightarrow min, \quad (7)$$

де ТИ — означає подію «траєкторний інцидент», тобто ударний перетин траєкторії АТЗ з іншим об'єктом; «unreal» — умова недопущення траєкторного інциденту; R1, R2, R3, R4 — вимірники різних видів ЛТР: контрпродуктивного, перцептивно-неінформаційного, інцидентного і енергійного [2]; Kt — коефіцієнт енергійності АТЗ в руховій операції.

Розглянемо темпо-евристичні установки (ТЕУ) вирішувальних процедур водіння. Можна виділити чотири види установок: а) вибору транспортно-адекватних мотивацій — ТЭУ1; б) регулювання локальних темпів АТЗ — ТЭУ2; в) темпової адаптації до ЛТН-ТЭУ3; г) вибору способу мінімізації ЛТР-ТЭУ4. Певна сукупність ТЕУ розглядається як деяка множина, що складається з елементів. Ці множини представлені нижче. Множина установок вибору транспортних адекватних мотивацій:

$$ТЭУ1 \in (ТЭУ1.1, ТЭУ1.2), \quad (8)$$

де ТЭУ1.1 — установка їздової мотивації, головною мотивацією їздки є забезпечення продуктивності, тобто «П — мотивація»; ТЭУ1.2 — локально-ситуативні мотивації, вони можуть бути бінарні «П-ТБ» (ТЕУ 1.2.1) або потрійні «П-ТБ-Э» (ТЕУ 1.2.2). Множина установок на регулювання локального темпу АТЗ має вигляд:

$$TЭУ2 \in (TЭУ2.1, TЭУ2.2, TЭУ2.3), \quad (9)$$

де ТЭУ2.1 — установка на стабілізацію темпу АТЗ, $V = \text{const}$; ТЭУ2.2 — на підвищення темпу АТЗ $\Delta V > 0$; ТЭУ2.3 — на зниження темпу АТЗ $\Delta V < 0$.

Множина установок на темпову адаптацію в рухової операції:

$$TЭУ3 \in (TЭУ3.1, TЭУ3.2, TЭУ3.3), \quad (10)$$

де ТЭУ3.1 — установка на формування ситуативно-адекватної операційної карти швидкостей АТЗ, що складається з набору фаз сталого і несталого руху АТЗ; ТЭУ3.2 — установка на мотивоване чергування ЛТР по фазах операції, обумовлене структурою локально-ситуативних мотивацій ТЭУ1.2; ТЭУ3.3 — установка на чергування фазових темпів в рухової операції, обумовлене регулюванням ЛТР. Множина установок на вибір способу мінімізації ЛТР:

$$TЭУ4 \in (TЭУ4.1, TЭУ4.2, TЭУ4.3, TЭУ4.4), \quad (11)$$

де ТЭУ4.1 — установка на розгінно-енерговитратну мінімізацію контрпродуктивного ЛТР $\Delta R1 \rightarrow \text{rea!}$; ТЭУ4.2 — установки на гальмівну мінімізацію двох ЛТР: інцидентного ($\Delta R3 \rightarrow \text{rea!}$) ЛТР- (ТЭУ4.2.1) або перцептивно-негінформаційного ЛТР ($\Delta R2 \rightarrow \text{rea!}$)- (ТЕУ 4.2.2); ТЭУ4.3 — установка на енерго-оптимальну мінімізацію анергічного ЛТР ($\Delta R4 \rightarrow \text{rea!}$); ТЭУ4.4 — установки на кермо-маневрову мінімізацію двох ЛТР ($\Delta R3 \rightarrow \text{rea!}$): інцидентного-ЛТР3-(ТЭУ4.4.1) або перцептивно-інформаційного ($\Delta R2 \rightarrow \text{rea!}$) ЛТР2 -(ТЭУ4.4.2).

Домінантним мотиваціям (1-7) і темпо-евристичним установкам (8-11) вирішувальних процедур водіння відповідають визначені структура і інтенсивність трудо-машинних процедур водіння заданого АТЗ на її ділянці траєкторії. Цим процедурам відповідають характеристики дискретної кінематики, динаміки і енергетики АТЗ. Для визначення вказаних характеристик АТЗ використані розрахункові схеми і математичні моделі теорії енергоресурсної ефективності АТЗ узагальненого типу [1]. Ці моделі були адаптовані до задач аналізу ризико- регулятивних тактик управління АТЗ з урахуванням адаптивно-дискретного функціонування АТЗ як складного технічного засобу і об'єкту управління несталим рухом. Вони дозволяють визначити дискретні пробіги l , швидкості V , енерговитрати E і витрати палива Q у функції від багатьох характеристик: конструкції АТЗ, поверхні кочення, параметрів управління двигуном (h), трансмісією (U), а також від параметрів дискретної кінематики руху АТЗ V_i , та ін. [2]. На основі цих моделей формуються математичні моделі транспортної операції узагальненого типу, яка включає в себе задані види режимів усталеного і несталого руху АТЗ та їх комбінації. Структура типової рухової операції являє собою сукупність фаз дискретного руху АТЗ-«початкова усталена швидкість-багатоступінчастий розгін з накатами-продуктивна усталена швидкість-гальмування-кінцева усталена швидкість». Кожній фазі операції ставиться у відповідність один з видів ЛТР: (ЛТР1 ЛТР2 ЛТР3 ЛТР4). Наприклад, якщо в початковій фазі операції АТЗ рухається з мінімальною сталою швидкістю, то максимізується контрпродуктивний ЛТР1, тобто $R1 \rightarrow \text{max}$. Тоді в наступній фазі операції водій виконує установку на мінімізацію цього ЛТР1- $R1 \rightarrow \text{min}$. Відповідно до такої установки в наступній фазі операції починається багатоступінчастий розгін, в результаті якої реалізується процедура мінімізації $R1$. Далі, якщо АТЗ рухається з високою швидкістю, то максимізується перцептивно-негінформаційний ЛТР2 — $R2$. При виявленні навіть неявних візуальних ознак ЛТН водій повинен ідентифікувати подію максимальності ЛТР2- $R2 \rightarrow \text{max}$ і прийняти установку на регулювання цього ЛТР. Згідно з правилами № 2 і № 5 формування тактики управління АТЗ у наступній фазі операції водій мінімізує ЛТР2- $R2 \rightarrow \text{min}$. При цьому реалізуються темпо-знижуючі машинні процедури (гальмування). Таким чином відбувається ситуативно-адекватне чергування мотивацій і видів ЛТР, а також машинних процедур мінімізації останніх при прийнятті ризику-регулятивних тактик управління АТЗ. Такі тактики дозволяють погоджувати подвійні (П-ТБ) і потрібні (П-ТБ-Е) мотивації водіння. Для кількісної оцінки ризику-регулятивних тактик управління АТЗ з урахуванням (1-11) на основі математичних моделей дискретної кінематики, динаміки та енергетики АТЗ [2] розроблені програми моделювання АТЗ у багатофазних рухових операціях. У цих програмах

встановлено кількісну відповідність між елементами тактики управління «мотивації-установки-машинні процедури водіння-фази-темпи руху АТЗ-локально-траєкторні ризики-показники дискретної кінематики та енергетики руху АТЗ».

Сукупність представлених вимог до транспортно-технологічної експлуатації АТЗ, правил ризику-регулятивного формування структури тактик управління АТЗ, логічних моделей структуризації мотивацій водіння, темпо-евристичних установок для вирішувальних процедур водіння, а також математичних моделей показників дискретної кінематики, динаміки і енергетики руху АТЗ складають науково-методичну основу ризику-регулятивних тактик управління АТЗ.

Висновки. 1. Виявлено, що ситуативною метою водіння є забезпечення технологічної успішності рухових операцій, які, в загальному випадку, виходять з трьох вимог «продуктивність-траєкторна безпека-енергоефективність». 2. Встановлено, що в складних умовах процедури і тактики водіння повинні бути ризику-регулятивними. 3. Установлена структура ризику-регулятивних тактик управління АТЗ і правила їх формування. 4. Запропоновані логічні моделі елементів ризику-регулятивних тактик водіння. 5. Для забезпечення кількісної оцінки ризику-регулятивних тактик водіння запропоновано використовувати математичні моделі характеристик дискретної кінематики, динаміки і енергетики АТЗ.

Література

1. Хабутдінов Р. А., Коцюк О. Я. Енергоресурсна ефективність автомобіля. Уч. посібник. Київ, УТУ, 1997.-137 с.
2. Петрашевський О.Л., Хабутдінов А.Р. Науково-методичні основи ризику-регулятивного підвищення безпеки і енергоефективності автомобільного руху//Проблеми транспорту: Зб. наук. праць.—Київ: НТУ.— Вип. 6.— С 60-64.

УДК 656.13.072:629.114.001.45

ВИБІР АВТОПОЇЗДІВ З УРАХУВАННЯМ СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ

Кандидат технічних наук Хмельов І.В.

Запропоновано метод вибору автопоїздів для міжнародних перевезень, який заснований на теорії енергоресурсної ефективності автомобіля. Розроблено модульну схему структурно-параметричної організації конструкції автопоїзда, яка дозволяє вирішувати задачу вибору рухомого складу з урахуванням зміни його конструктивних параметрів.

The selection method of trucks for international transportations is offered; it is based on the theory of car's energy-resource efficiency. A modular scheme of truck's structural-parametric design is elaborated, that problem solving is the choice of rolling stock with the account of changing its structural parameters.

Постановка проблеми у загальному вигляді. При здійсненні міжнародних вантажних перевезень Україна виступає як споживач світового ринку автотранспортних засобів (АТЗ) і палива, які є носіями технологічних (матеріальних) ресурсів транспорту. Під технологічними ресурсами транспорту розуміються виробничі потенціали матеріальних і людських факторів перевезень [1]. Ресурси поділяються на технічні (АТЗ), енергетичні (паливо), трудові (водій) й фізичні (поверхні кочення автомобільних шляхів та кисень навколишнього середовища). Технології використання ресурсів базуються на таких їх перетвореннях:

- а) залучення в операцію руху відповідно до проявів їх властивостей при перетвореннях енергії;
- б) з'єднання згідно з технологіями людино-машинної праці;
- в) перетворення у фізичний продукт транспорту в результаті людино-машинних дій на партійні маси вантажів.

Режимні ресурси транспорту використовуються шляхом їх заміщення на енергетично обумовлений час багатофазних рухових операцій [2]. Таким чином, схема відтворення продукту транспорту є енергетичною. Параметри автопоїзда (АП) як носія ресурсів є характеристиками продуктоутворюючого засобу праці та процесотворного знаряддя для технологічних процедур.