



## **ДИНАМИЧНА ФЛАНГОВА ЗАЩИТА НА МАРШРУТА В КОМПЮТЪРНИТЕ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ**

**Ташко Николов, Христо Христов, Анелия Досева, Стоил Лятов, Георги Ганчев**  
[tan@tu-sofia.bg](mailto:tan@tu-sofia.bg), [cac@tu-sofia.bg](mailto:cac@tu-sofia.bg), [adoseva@tu-sofia.bg](mailto:adoseva@tu-sofia.bg)

**Технически университет – София  
БЪЛГАРИЯ**

**Ключови думи:** фланговата защита, централизация

**Резюме:** Статията е продължение на публикацията «Алгоритмизация на фланговата защита на маршрута в гаровите централизации» от същите автори [1]. Фланговата защита се разглежда не като фиксирана и неизменна във времето, а като охраняващ маршрута набор от състояния на гаровите съоръжения, динамично реконфигуриращи се в зависимост от маршрутната диспозиция като осигурява най-надеждната за момента защита от опасни странични придвижвания. Флангово предпазните елементи се търсят не само при нареждане на маршрута, но и *on-line* по време на настъпващите промени през неговия жизнен цикъл.

### **1. ПОСТАНОВКА НА ПРОБЛЕМА И ЦЕЛ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО**

Осигуряването на маршрута в гаровите централизации изисква непрекъсната проверка на условията за безопасно движение по маршрутното трасе, по което ще премине подвижният състав - между сигнал, който го охранява (входящата начална точка) и сигнал, който го ограничава (изходна крайна точка). Тези условия осигуряват:

1. гаранции, че подвижният състав ще мине по маршрута и няма да се отклони в нежелани участъци или да дерайлира. Постига се с привеждане на подвижните елементи на маршрута в правилното положение и непрекъснат контрол за тяхната изправност;
2. гаранции, че подвижният състав няма да дерайлира поради висока скорост на състава по маршрута, неподходяща за геометрията и радиуса на кривините на железния път. Постига се чрез задължителна взаимозависимост между сигнално показание на охраняващия сигнал, характеристиките на стрелките и геометрията на пътя по маршрута;
3. защита от насрещно, попътно и флангово (странично) движение на друг подвижен състав, както и от непреднамерени придвижвания на вагони, неправилно закрепени на мястото на паркиране. Постига се чрез поставяне в правилното положение и контрол на защитните пътни елементи и взаимното изключване на враждебни маршрути и придвижвания.

Настоящото изследване е свързано с осигуряването на третата група условия, в частност - флангова защита.

Фланговата защита се осигурява чрез поставяне на флангово предпазните елементи (ФПЕ) - *стрелки, светофори, вагоноизхвъргачки и прелезни устройства* - в необходимото охранно положение. ФПЕ са класифицирани по степените на защита на:

1. елементи за принудително безопасно отвеждане на возилата, застрашаващи маршрута от фланг (първи клас на защита);
2. елементи, които спират потенциално опасно флангово движение на жп или шосейни транспортни средства по силата на действащи правила (втори клас на защита).

Задачата за фланговата защита според [1] се състои в това, да се намерят защитните елементи на нареждания маршрут, да се поставят и заключат в охранно положение и, когато условието е изпълнено, да се подаде контролен сигнал за установяване на маршрута. В труда е предложен алгоритъм по топологията на гарата, по който флангово предпазните елементи се търсят ad-hoc за всеки маршрут по неходовия клон на ходовите стрелки, откъдето може да възникне флангова опасност.

Както е известно, от гледна точка на безопасността маршрутите са с различни приоритети. Поради своя характер влаковите маршрути, по които се извършват и пътнически превози, изискват по-висока отговорност за безопасността и са приоритетни пред маневрените. При възможни различни варианти за защита, които гарата и диспозицията предоставят, се предпочитат ФПЕ от първия клас, защото те са най-надеждни. Когато обаче между едновременни влаков и маневрен маршрут се появят несъвместимости поради обща охранна стрелка (или вагоноизхвъргачка), маневреният се защитава чрез елементи от втори клас, а стрелката защитава влаковия маршрут, който е приоритетен.

Стрелка, която по се търси едновременно като ФПЕ в различно положение за всеки от маршрутите, или от един и същи маршрут, но по заявка от различни ходови стрелки, е известна като “вилка”.

За да се постигне възможно най-добрата флангова охрана при минимизирани ограничения и най-висока за дадената диспозиция експлоатационна гъвкавост е най-добре да се въведе т. нар. *динамична флангова защита (ДФЗ)*. В настоящото изследване се защитава идеята и се акцентира върху **непрекъснатия контрол за състоянието на флангово предпазните елементи**, които трябва да са изправни през цялото време, докато осъществяват охранителните си функции. ДФЗ позволява охраната във фланг да се осигурява on-line по време на настъпващите промени през жизнения цикъл на маршрута. За целта състоянието на ФПЕ се контролира непрекъснато, следи се посекционното освобождаване на маршрута и се реагира адекватно на моментната ситуация. Такъв подход носи определени предимства пред статичната и еднократна проверка само в момента на нареждане на маршрута.

**Целта**, които си поставя настоящото изследване, е да се изучат възможностите на динамичната флангова защита за постигане максимална експлоатационна гъвкавост на гаровата централизация без ущърб за безопасността при оптимална осигуреност на фланга.

## 2. ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИНАМИЧНАТА ФЛАНГОВА ЗАЩИТА

Характерно свойство на динамичната флангова защита е нейната възможност да се реконфигурира on-line съобразно експлоатационната ситуация. Докато «текат» маршрутите, в т.ч. от различен клас, флангово-предпазните им елементи се променят адекватно на настъпилите промени. В зависимост от диспозицията и изправността на охраняващите средства фланговата защита “пълзи” по топологията като осигурява най-надеждната за текущия момент защита от опасни странични придвижвания.

Новото в алгоритъма за осигуряване на фланговата защита е включването в непрекъснат цикъл на проверка на:

- свободността на прилежащите на маршрута пътни участъци (между маршрута и флангово-предпазните елементи), от където във фланг по неходовия клон на ходовите стрелки би могъл да навлезе нерегламентиран подвижен състав;
- ангажираните в маршрута ходови стрелки, които при посекионно освобождаване на маршрута от преминаващия състав се отключват и снемат заетостта на свързаните с тях ФПЕ, правейки възможно своевременно използване на последните в несъвместим дотогава маршрут;
- изправността на контролираните флангово предпазни елементи (светене на забранителните лампи, действително крайното положение на стрелките и вагоноизхвъргачките, паднала бариера на прелеза) с цел заместването им с други при отказ.

Когато в резултат от контрола се установи, че:

- някой от прилежащите пътни участъци се е заел от нерегламентиран подвижен състав, началният сигнал се затваря автоматично;
- поредната ходова стрелкова секция е освободена и отключена, флангово-предпазните елементи, които ѝ съответстват, се деблокират и могат да се използват за друг маршрут;
- някой от ФПЕ е отказал (изгоряла лампа или липсата на контролен сигнал на стрелка) фланговата защита се поема от следващия по посока на търсенето ФПЕ.

### 3. ПРИМЕР ЗА КОЛОВОЗНО РАЗВИТИЕ И ДИСПОЗИЦИЯ С ДИНАМИЧНА ФЛАНГОВА ЗАЩИТА

На фиг.1 е показано едно реално коловозно развитие с разположени по него пътни съоръжения (възприета е символиката от [2]), които могат да се използват за илюстрация на идеята в това изследване. Без значение за развитие на идеята е, с какви технически средства (релсови вериги или броячи на оси) се контролират стрелковите пътни участъци (СУ), обозначени на чертежа с традиционните разграничителни знаци.

На чертежа се предполагат три маршрута:

Влаков маршрут  $H_A - H_5$  – зад  $Ч_A$  изисква следните ФПЕ: прелезно устройство *Пр.* (затворена бариера – защита от втори клас), стр. 1 в дясно (защита от първи клас), вагоноизхвъргачка *Bu1* в положение дерайлиране, стр. 17 в ляво стр. 18 в ляво, забранителен изходен сигнал  $H_4$  (защита от втори клас), стр. 10 вдясно, стр. 4 в ляво.

Маневрен маршрут  $M_3 - H_3$ : изходен сигнал  $Ч_2$  в забранително показание (защита от втори клас), стр. 1 в ляво (защита от първи клас) и вагоноизхвъргачка *Bu2* в положение дерайлиране.

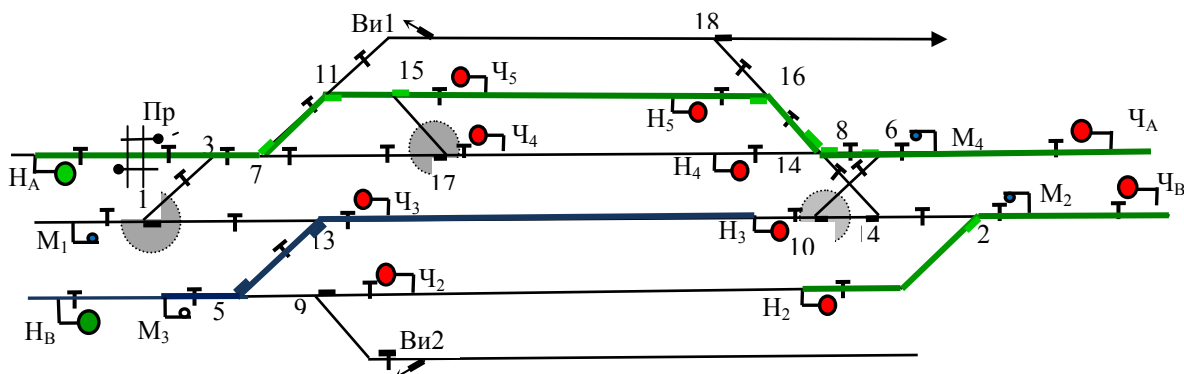
Влаков маршрут  $H_2$  – зад  $Ч_B$ : стр. 10 вляво, стр. 8 вляво.

Вижда се, че три стрелки (маркирани на чертежа) са в положение «вилка»:

- стр. 1, която трябва да е в противоположни положения заради влаков маршрут  $H_A - H_5$  и маневрен маршрут  $M_3 - H_3$ ;
- стр. 17, която трябва да е в противоположни положения заради един и същ влаков маршрут  $H_A - H_5$ , при който ходова стрелка 7 изисква тя да е вдясно, а ходова стр. 15 - вляво;
- стр. 10, която трябва да е вляво заради маршрут  $H_2$  – зад  $Ч_B$  и вдясно заради маршрут  $H_5$  – зад  $Ч_A$ .

За да се постигне на оптимална флангова осигуреност класовете на защита и приоритетите трябва да са хармонизирани. На приоритетния влаков маршрут се предоставя защита от първи клас, поради което стр.1 трябва да е охранна съобразно изискванията на маршрут  $H_A - H_5$ , в случая вдясно. Маневреният маршрут  $M_3 - H_3$ , който

изисква тя да е вляво, е по-ниско приоритетен. За него се търси защита по-нататък по топологията. Тя е от втори клас – маневрен сигнал  $M_1$ . Контролира се свободността на СУ1.



Фиг.1 Примерно коловозно развитие

Тъй като стр. 17 не може да осигури флангова защита, последната се търси по-нататък по топологията. Намира се такава от втори клас чрез сигнал  $Ч_4$ . Контролира се свободността на СУ17.

Тъй като стр. 10 не може да осигури флангова защита, такава се търси по-нататък. Намира се сигнал  $H_3$ . Контролира се свободността на СУ 4 - 10.

Така осигурените флангово предпазни средства се контролират непрекъснато чрез циклични проверки с целесъобразна продължителност, напр. 1 s. Ако някоя стрелка изгуби контрол или изгори червена лампа (рисувайки забранителният сигнал да не бъде забелязан, напр. в нощна мъгла), няма гаранция, че предпазното средство изпълнява защитната си функции. Фланговата охрана се поема от следващия ФПЕ по посока на търсенето. В случай, когато това са изходни сигнали ( $Ч_4$ ,  $H_3$ ), следва да се премине към проверка на заетостта на коловоза, на който стои този сигнал. Ако той е свободен се предполага, че опасност във фланг отсъства. Това се отнася и за маневрени сигнал  $M_1$ , когато трябва да се контролира участъкът зад него. Ако се заеме, входният за маршрута сигнал превключва на забрана.

Ако прилежащите участъци се заемат от нерегламентирани придвижвания на вагони, при защита от втори клас няма кой да спре опасното навлизане в маршрута. Забранителният сигнал е безпомощен. Ако все още сигналът му свети разрешително, охраняващият маршрута сигнал автоматично се затваря.

Отделен интерес представлява динамичната защита при освобождаване и отключване на стрелкова секция от единия от маршрутите. Когато това е стрелкови пътен участък, който е изисквал определено положение на стрелката «вилка», с неговото отключване се сменя изискването и към вилката. Тя се освобождава и може да се обърне като охрана за другия, все още действащ маршрут. Тогава се снемат ангажиментите към сигнала, изпълняващ функциите на ФПЕ. Например, ако опашката на влака по маршрута  $H_A - H_5$  премине през СУ 3, вилката 1 се освобождава и стрелката се обръща в ляво като охранна на маршрута  $M_3 - H_3$ .

Когато премине през СУ7, стр. 17 поема охраната като се обръща вляво и се контролира до края на маршрута, а сигнал  $Ч_4$  се деблокира.

Когато опашката на влака по маршрута  $H_5 - Ч_А$  премине през СУ 6, изходният сигнал  $H_3$  се освобождава от охранителни функции, а фланговата защита се поема от вилката 10, която се обръща в ляво като охранна на изходния маршрут  $H_3 - Ч_В$ . На

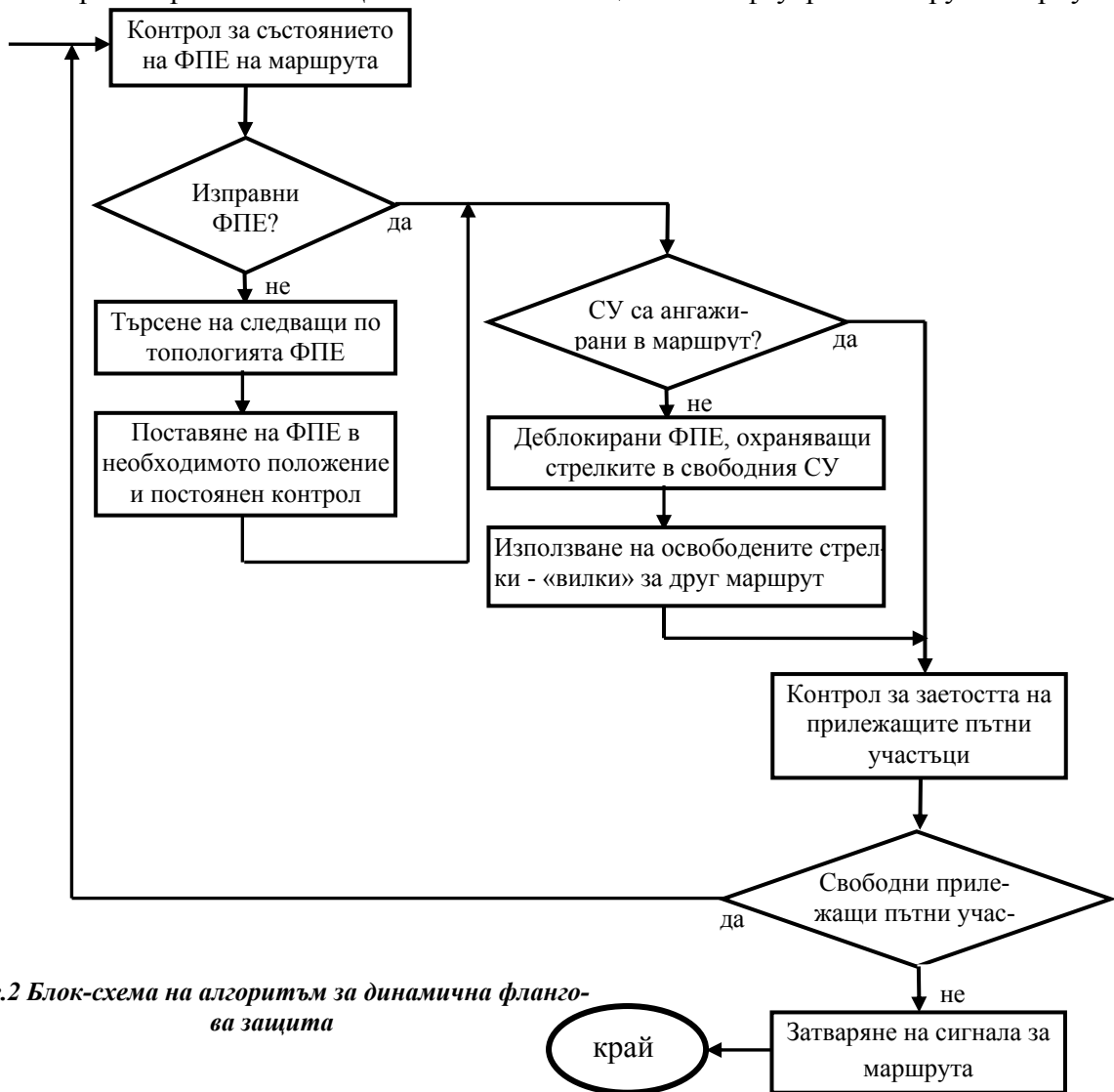
практика за този маршрут тя може да е фланговата охрана през цялото време, ако влакът се забави да тръгне по маршрута след отварянето на сигнала.

Видно е, че има твърде сериозна динамика във фланг, но тя може и да не се случи, ако пръв се освободи ниско приоритетния маршрут.

#### 4. АЛГОРИТЪМ НА РАБОТА НА КОМПЮТЪРНАТА ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ ПРИ ОСИГУРЯВАНЕ НА ДИНАМИЧНА ФЛАНГОВА ЗАЩИТА

Софтуерът на компютърната централизация (КЦ) се състои от две части – системна и потребителска. Системният софтуер се грижи за функционалността и безопасността на централизацията. Потребителският е обект на проектирането на системата.

За проектирането на КЦ се използва специален софтуерен инструментариум



Фиг.2 Блок-схема на алгоритъм за динамична флангова защита

(напр. в КЦ тип Elektra - OREST), с който се попълва база данни. Тя съдържа коловозното развитие, стрелките, сигналите, пътните участъци, тяхното съседство едни с други така, че топологията на гарата да се «имплантира» в базата данни на КЦ. На тази основа се изгражда и алгоритъма за търсене и нареждане на маршрут и неговите съставни елементи, вкл. ФПЕ.

Работата на КЦ при нареждане на маршрут в частта флангова охрана е илюстрирана с блок-схема на алгоритъм в наша публикация [1]. Със заявки, генерирани от стрелките, този алгоритъм намира всички ФПЕ, които трябва да осигурят защитата на

маршрута във фланг. Всеки ФПЕ «помни», от коя ходова стрелка е получил заявката за охрана. Когато всички условия са налице, маршрутът се установява, сигналът се отваря.

Идеята на настоящото изследване е да се алгоритмизира следващият етап - непрекъснатият контрол по безкраен цикъл за състоянието на маршрута и неговите елементи. Така може да се динамизира и фланговата му защита. Блок-схемата на алгоритъма е показана на фиг. 2. Ако всички ФПЕ са изправни, когато маршрутът е цял и прилежащите на маршрута пътни участъци са свободни от возило, динамика няма. Това е статуквото, установено с алгоритъма от [1]. Когато някой от действащите ФПЕ откаже, веднага се пристъпва към търсене на следващ по топологията ФПЕ. Ако такъв се намери, той се привежда в правилното предпазно положение и преминава в режим на цикличен контрол. Ако няма резервен ФПЕ, сигналът се затваря.

Когато при движението си по маршрута някой стрелкови пътен участък СУ се освободи и отключи, стрелките в него генерират команди за деактивиране на онези ФПЕ, които те са блокирали. Деблокираните стрелки се използват за осигуряване на фланговата защита на несъвместим маршрут, ако той все още е активен.

Ако някой от прилежащите на маршрута пътни участъци се заеме от нерегламентирано придвижване на подвижен състав, то сигналът на маршрута се затваря.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С настоящата разработка се защитава новата идея за динамична флангова защита на маршрутите в компютърната централизация, чрез която може да се постигне максимална експлоатационна гъвкавост на гаровата централизация без ущърб за безопасността при оптимална осигуреност на фланга. Предложена е алгоритмизация на on-line автоматизирано търсене и перманентен контрол на защитните елементи като атрибут на компютърната централизация. Отпада необходимостта от сложно проектиране, което в таблиците на маршрутните зависимости може да се показва само в неподходяща за идеята статика. Повишава се и проектната безопасност чрез изключване на субективните грешки на проектанта.

### ЛИТЕРАТУРА:

- [1] **Т. Николов и кол.** Алгоритмизация на фланговата защита на маршрута в гаровите централизации. «Механика, транспорт и комуникации» 2014 ВТУ «Т. Каблешков».
- [2] **Gregor Teeg, Sergey Vlasenko** «Railway Signalling & Interlocking. International Compendium». DVV Media/Eurailpress 2009.

## ALGORITHMIZATION OF THE ROUTE'S FLANK PROTECTION IN INTERLOCKING

**Taschko Nikolov, Hristo Hristov, Anelia Doseva, Stoil Lyatov, Georgi Ganchev**  
tan@tu-sofia.bg cac@tu-sofia.bg adoseva@tu-sofia.bg

*Technical University of Sofia*  
**BULGARIA**

**Key words:** *flank protection, interlocking, track layout*

**Abstract:** *The article is a follow-up to the publication "Algorithmization of the route's flank protection in interlocking" by the same authors [1]. Flank protection is examined not as fixed and unchanging in time, but as a route protecting set of states of the station facilities, dynamically reconfiguring themselves depending on the route disposition by providing the currently most reliable protection against dangerous lateral movements. The flank-protected elements are sought not only upon setting the route, but also on-line during the changes occurring throughout its lifecycle.*