

АЛГОРИТМИЗАЦИЯ НА ФЛАНГОВАТА ЗАЩИТА НА МАРШРУТА В ГАРОВИТЕ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ

Ташко Николов, Христо Христов, Анелия Досева, Стоил Лятов, Георги Ганчев
tan@tu-sofia.bg, cac@tu-sofia.bg, adoseva@tu-sofia.bg

Технически университет – София
БЪЛГАРИЯ

Ключови думи: флангова защита, гарова централизация, коловозно развитие

Резюме: Статията е посветена на едно от условията за нареждане на безопасен маршрут в гаровите централизации - установяването и осигуряването на фланговата защита. Предложен е алгоритъм за търсене и избор на защитни елементи във фланг на нареждания маршрут, както и за неговата автоматизация чрез технически и софтуерни средства. Дадени са алгоритми за сложни по коловозно развитие гари, когато се налага приоритизация по флангово защитни елементи. Предложена е «пълзяща» флангова защита, динамично варираща съобразно маршрутната ситуация в гарата.

1. ПОСТАНОВКА НА ПРОБЛЕМА

Маршрут в гаровата централизация е път за движение на подвижния състав по заключени стрелки от сигнал до следващ сигнал от същата категория (влаков или маневрен). За безопасното движение на подвижен състав по маршрута се проверява наличието на 10 необходими условия [1], между които правилно обърнати и контролирани стрелки, свободни пътни участъци, липса на враждебни маршрути и други. Едно от другите условия е осигурена флангова защита.

Под *осигуряване на маршрута във фланг* се разбира предотвратяване на възможността за конфликт с друго возило, което може да навлезе отстрани в пределите на установявания маршрут, докато той се реализира, въпреки че при първоначалната проверка такава опасност не е намерена. Фланговата защита се осигурява чрез поставяне на флангово предпазните елементи (ФПЕ) на железния път в необходимото охранно състояние. ФПЕ са: *стрелки, светофори, вагоноизхвъргачки и прелезни устройства*. Стрелките и вагоноизхвъргачките трябва принудително да отвеждат потенциално опасните возила така, че да не могат да навлязат в пределите на маршрута. Светофорите трябва да забранят движението им, което значи да се заключат в забранително състояние. Железопътните прелезни устройства (сигнализации и бариери) трябва да са действани и заключени в предпазно състояние, с което да препятстват навлизане на шосейни превозни средства в точката на конфликта.

Задачата за фланговата защита се състои в това да се намерят ФПЕ 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 съвременното поколение гарови централизации маршрут се установява чрез въвеждане посредством бутони (клавиши) или чрез компютърната мишка на признаци-

те на маршрута – начало, край и категория (влаков или маневрен). Когато коловозното развитие на гарата е относително просто, по въведените признаци проектантът на гаровата централизация, благодарение на своята компетентност, намира **интуитивно логически** маршрутното трасе, ходовите и флангово предпазните елементи и ги фиксира в таблиците на маршрутните зависимости (ТМЗ). По време на експлоатацията на гаровата централизация те се контролират при всяко установяване на маршрута. При този подход се говори за **таблично осигурена off-line флангова защита**. Подходът се прилага в редица гарови централизации у нас и в чужбина: МРЦ Н68, МН-70, ЕЦМ, WSSB и др. [3], както и в съвременните компютърни системи МКЦ [4].

Когато коловозното развитие на гарата е сложно и разрешава множество паралелни придвижвания на подвижни състави, проблемът с фланговата защита се усложнява. Някои охраняващи стрелки могат да се ползват и от друг маршрут, но в обратното положение. Заради фланговата защита се появяват несъвместимости между маршрутите. Тези конфликтни стрелки могат да се намират в отдалечени зони на голямата гара и видимо нямат отношение към маршрутите. При проектиране по интуитивно логическия подход могат да останат неоткрити и оставени в неправилно положение, от което може да възникне опасност във фланг. В този случай е препоръчително търсенето да се осъществи по определени правила съгласно топологията на коловозното развитие.

ФПЕ се търсят по неходовия клон на ходовите стрелки, откъдето може да възникне флангова опасност, или при пресичане с прелези, където могат да възникнат инциденти. Методът е отдавна известен [1] и се прилага за съставяне на ТМЗ. Отново става въпрос за off-line флангова защита, но табличното и осигуряване се извършва не интуитивно логически, а чрез **алгоритъм по топологията на гарата**.

Целите, които си поставя настоящото изследване, са свързани с намирането на ФПЕ в гаре със сложно коловозно развитие така, че да се постигнат:

- експлоатационна гъвкавост, която, без ущърб за безопасността, да позволи паралелно придвижване на возила по максимално възможни едновременни влакови и маневрени маршрути, предположени от коловозното развитие;
- облекчаване на трудоемкия проектантски труд и гарантиране безгрешно и безопасно алгоритмично решение чрез автоматизиране на търсенето на ФПЕ, включително on-line.

2. ФЛАНГОВО ПРЕДПАЗНИ ЕЛЕМЕНТИ И ПРИОРИТЕТИ

Флангово предпазните елементи се класифицират по степените на защита като:

1. Елементи за **принудително безопасно отвеждане на движение на возила**, застрашаващи маршрута от фланг. Такива елементи са стрелки и вагоноизхвъргачки. Те дават **първа**, най-висока степен на защита.

2. Елементи от **втора**, по-ниска степен на защита, които спират потенциално опасно флангово движение на жп или шосейни транспортни средства по силата на действащи правила. Такива елементи са сигнали (влакови или маневрени) и жп прелезни устройства. Разчита се на дисциплиниращото им въздействие.

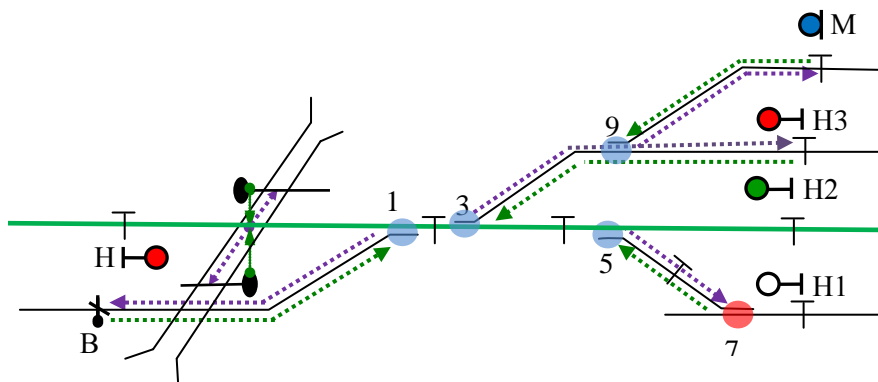
Както е известно, от гледна точка на безопасността маршрутите са с различни приоритети. Поради своя характер влаковите маршрути изискват по-висока отговорност за безопасността и са приоритетни пред маневрените.

Фланговата защита също се степенува по приоритети. При различни варианти за защита се отдава предпочитание на ФПЕ от първия клас. Когато обаче се появят несъвместимости, произтичащи от фланговата защита, може да се премине на защита от по-нисък клас. При несъвместимост на влаков с маневрен маршрут, могат да се намерят варианти на защита, влаковият може да се защити чрез ФПЕ от първи клас, а маневреният, който му е несъвместим, чрез друг елемент - от втори клас.

3. АЛГОРИТМИЗАЦИЯ НА ФЛАНГОВАТА ЗАЩИТА

Блок схемата на алгоритъма е показана на фиг. 2. Методът се илюстрира с коловозното развитие на фиг. 1 за изходен маршрут по сигнал Н2.

Фиксират се ходовите елементи на маршрута. По маршрутното трасе има конфликтни точки, застрашени от флангови придвижвания. Процесът на търсене на ФПЕ започва от първата по хода на подвижния състав стрелка 5. Търси се по неходовия й клон (в лилаво). Ако по топологията следва стрелка, обърната със сърцето си към търсекия сигнал (в случая стрелка 7), тя може да даде защита като се постави в положение (в случая „ляво”), отвеждащо потенциалната опасност вън от трасето на маршрута. Дава се команда, тя се обръща, заключва и контролира. Контролният сигнал (в зелено) се връща в точката, откъдето е дошъл търсекият.



Фиг. 1. Тривиално коловозно развитие

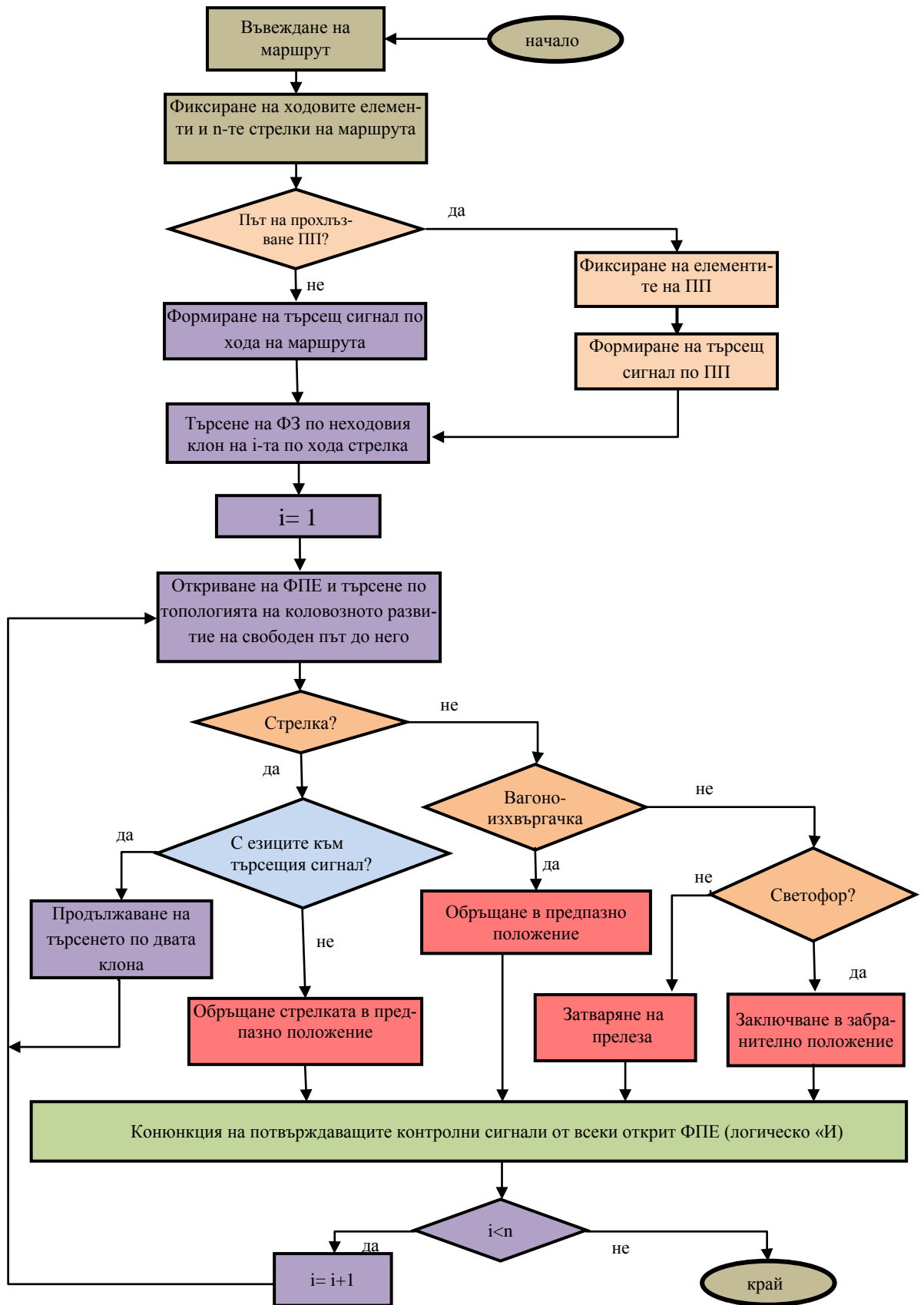
Търсенето продължава към следващата ходова стрелка, в случая стрелка 3. Формира се търсец сигнал по неходовия й клон (ляво). Той намира стрелка (в случая стрелка 9), обърната с езиците си към сигнала. Тя не може да даде флангова защита, защото пропуска возила и по двете си положения, дори и след срязване. Търсенето продължава и по двата й клона, като търсекия сигнал се раздвайва. В случая през стр. 9 се намират влаков сигнал (Н3) и маневрен сигнал (М1), които могат да са ФПЕ. Но по принцип ако не се намери подходящ ФПЕ, търсенето продължава. В сложни гари може да се образува «ветрило» от търсеци сигнали. Всеки от тях стига в крайна сметка до ФПЕ, поставя го в необходимото положение, заключва го и връща контролен сигнал. Щом се получат всички контролни сигнали в ходовата точка, от която е тръгнало запитването, и логическото «И» (Фиг.1) даде ОК, се преминава към следващ цикъл. В новия цикъл се формира ново запитване (в случая от стрелка 1). По левия й клон се стига до вагоноизхвъргачка ВИ. Тя се обръща в правилното положение, контролира се и връща отговор към стрелка 1.

Преминава се към следващ цикъл. Достига се до прелез. Поставя се в необходимото положение (затворен) и се връща контролен сигнал.

И така, докато се стигне до последната точка, от която може да дойде флангова заплаха. В алгоритъма се изпълняват толкова цикъла, колкото конфликтни точки в маршрута има.

4. НЕСЪВМЕСТИМОСТИ, ПРОИЗТИЧАЩИ ОТ ФЛАНГОВАТА ЗАЩИТА

Проблемът произтича от едновременното съществуване (макар и в различни фази – установяване, очакване, отключване) на два или повече маршрута, които изискват различно положение на една и съща стрелка като флангово охранна. Стрелка, която се търси от различни маршрути като ФПЕ по едно и също време, но в различно положение, е известна като “вилка” [3].



Фиг.1 Блок-схема на алгоритъм за търсене на флангова защита

Такъв случай е показан на фиг. 3. Когато се нарежда маршрут по сигнал НЗ през дясното положение на стрелка 5, стрелка 1 трябва да е в дясно като охранна, но ако в

същото време има маневрен маршрут по сигнал М3 през лявото положение на стр. 3, същата стрелка трябва да е в ляво положение.

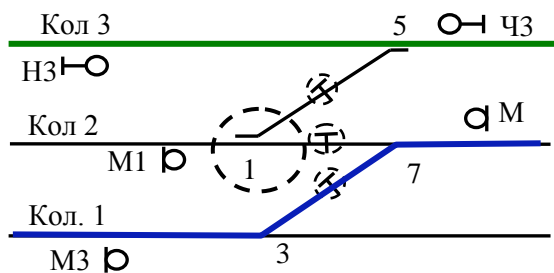
Вилка може да се яви и при един и същ маршрут. Типичен случай е маршрут през стрелково съединение «бретел» (фиг.4).

При маршрут по отклонение на бретела (напр. по стрелки 3 и 5), към останалите две стрелки се формират търсеци сигнали на два пъти - по неходовия клон на ходовите стрелки и от кръстовината на бретела.

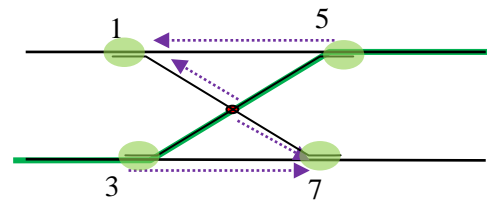
Но те изискват различно тяхно положение.

Как да се постъпи в случай на вилка?

I вариант: Забранява се маршрутът (фиг.3) с по-нисък приоритет (по М3), докато не се освободи приоритетния. Но това решение противоречи на обявената цел за експлоатационна гъвкавост.



Фиг. 3. Стрелка 1 е «вилка»



Фиг. 4. Бретел като вилка

II вариант: «Вилката» се освобождава от функциите на ФПЕ. Разрешават се и двата маршрута, но защитата се поема от следващия по хода на търсенето флангово предпазен елемент, макар и с по-ниска степен на защита (в случая на фиг. 3 - М1). В този случай не се използва ефективно възможността стрелката като ФПЕ от първи клас по-надеждно да защити влаковия маршрут.

III вариант: «Вилката» се използва като ФПЕ за приоритетния маршрут (по НЗ), а маневреният се защитава от следващия по хода на търсенето флангово предпазен елемент (М1).

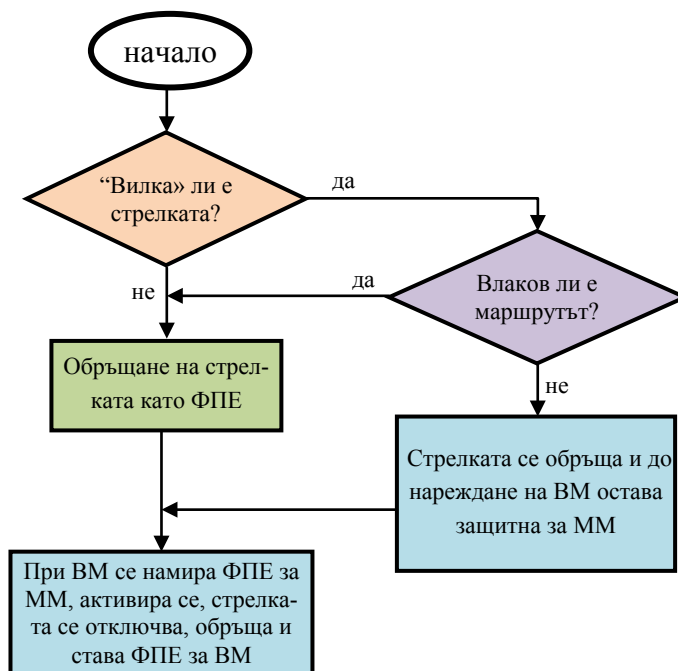
Последният вариант е съобразен с приетата приоритизация и отговаря на идеята на това изследване. Но възниква нов проблем. Когато маневреният маршрут е нареден пръв по време, непременно ли трябва да се охранява от втори клас ФПЕ? Стрелката е свободна и може да е охранна за него. Ако и когато междуременно се нареди влаков маршрут, може да се пристъпи към *пълзяща флангова защита*.

5. «ПЪЛЗЯЩА» ФЛАНГОВА ЗАЩИТА

Това понятие се въвежда за пръв път тук. То означава, че защитата не е константна величина, както е фиксирана в ТМЗ, а става динамичен феномен, зависим от маршрутната диспозиция. При нареждането на влаков маршрут за защита на несъвместимия с него маневрен се намира друг ФПЕ, вкл. маневрен сигнал. След това за защита на влаковия маршрут «вилката» се отключва, обръща и заключва в новото крайно положение. Задължително условие за отключването ѝ е предварително осигурената по-нататъшна защита от друг ФПЕ. И това става по време на съществуването на маршрута, което е необичайно за гаровите централизации, поддържащи статични условия за безопасност.

Така се стига до **пълзяща флангова защита**. Тя може динамично да се реконструира и «пълзи» по коловозното развитие съобразно експлоатационната ситуация. В големи гари докато «текат» маршрутите от различен клас могат динамично да се променят ФПЕ. Идеята е илюстрирана с блок-схема на алгоритъма на фиг. 5. По пред-

ложените алгоритми ФПЕ могат да се търсят съобразно гаровата ситуация при всяко нареждане на маршрут, т.е. on-line. Така отпада необходимостта от проектирането им.



Фиг.5 Идея за пълзяща ФЗ

Подходът е практически реализуем при компютърни централизации с гъвкаво програмно осигуряване. Идеята е развита в следваща статия по пълзяща флангова защита.

Предложеният подход за «пълзяща» флангова защита позволява максимална експлоатационна гъвкавост на гаровата централизация при оптимална осигуреност на фланга.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В резултат на изследванията, които бяха направени във връзка с проектирането на конкретни жп гари от участъка Пловдив – Свиленград от авторския екип, ръководен от доц. д-р Анелия Досева, авторите стигнаха до нови идеи и научно-приложни резултати с иновативен характер:

1. Фланговата защита на маршрутите е алгоритмизирана по метода за търсене по топологията на коловозното развитие така, че да се осигури обективно и без интелектуална намеса на проектанта.

2. Методът позволява отказ от трудоемкото проектиране на таблиците на маршрутните зависимости и on-line търсене в реално време на защитата при всяко нареждане на маршрут.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Христов, Х.А. Електрически централизации. Техника 1976
- [2] J. Firse, V. Sapojnikov, Vl. Sapojnikov, A. Schöbel. Railway Signaling & Interlocking. Eupress, 2009
- [3] Транспроект. Албум за проектиране на гарови централизации. София 1986
- [4] Неделчев, Н., Хр. Христов. Електрически гарови централизации. ВТУ «Т. Каблешков» 2010.

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 paper is dedicated to one of the conditions for ordering safe route into interlocking - identifying and providing flank protection. An algorithm for searching and selection of protective flank elements for the ordered route as well as its automation through technical and software means is proposed. Algorithms for stations with complex track layout are given, when prioritization on the flank protection features is necessary. A “creeping” flank protection is proposed, which dynamic vary according the routing situation in the station.*