



ПАТЕНТНО ВЕДОМСТВО  
на Република България

**ПАТЕНТ**  
ЗА  
ИЗОБРЕТЕНИЕ

**Рег. № 67273 В1**

**Заявка № 112419**

**Дата на заявяване:** 01/12/2016

**Приоритет:**

**Срок на действие:** 01/12/2036

**Публ. за заявката:** 29/06/2018

**Публ. за издаване:** 15/03/2021

**Наименование:** МЕТОД ЗА  
УПРАВЛЕНИЕ НА МЕТРОТО, ПРИ  
КОЙТО ВЛАКОВЕТЕ СЕ ДВИЖАТ  
БЕЗ ДА СПИРАТ НА ВСИЧКИ  
СПИРКИ

**Притежател/и:**

Димитър Димитров Добрев,  
жк Изток ул. „Незабравка“ 7 бл. 51  
ет.10 ап.37,  
1113 София, [BG]

**Изобретател/и:**

Димитър Димитров Добрев

Petko  
Gueorguiev  
Nikolov

Digitally signed by  
Petko Gueorguiev  
Nikolov  
Date: 2021.04.13  
11:13:59 +03:00

Д-Р ПЕТКО НИКОЛОВ  
ПРЕДСЕДАТЕЛ

РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ (19) **BG**



(11) **67273 B1**  
(51) Int.Cl.  
B 61 B 13/10

ОПИСАНИЕ КЪМ ПАТЕНТ  
ЗА  
ИЗОБРЕТЕНИЕ

ПАТЕНТНО ВЕДОМСТВО

(21) Заявителски № 112419  
(22) Заявено на 01.12.2016  
(24) Начало на действие  
на регистрацията от: 01.12.2016

**Приоритетни данни**

(41) Публикувана заявка в  
бюлетин № 201806.2 на 29.06.2018  
(45) Отпечатано на 15.03.2021  
(46) Публикувано в  
бюлетин № 202103.1 на 15.03.2021  
(56) Информационни източници:  
(62) Разделена заявка от рег. №

(73) Притежатели (и):  
**ДИМИТЪР ДИМИТРОВ ДОБРЕВ,**  
**1113 СОФИЯ, ЖК ИЗТОК УЛ. „НЕЗАБРАВКА“ 7**  
**БЛ. 51 ЕТ.10 АП.37**

(72) Изобретател(и):  
**Димитър Димитров Добрев**

(74) Представител по индустриална собственост:  
**Екатерина Николаева Савова,**  
1404 София, кв. " Манастирски ливади - Б" бл. 66, вх. Б,  
ет. 2, ап. 33

(86) № на РСТ заявка:  
(87) № и дата на РСТ публикация:

**(54) МЕТОД ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА  
МЕТРОТО, ПРИ КОЙТО ВЛАКОВЕТЕ СЕ  
ДВИЖАТ БЕЗ ДА СПИРАТ НА ВСИЧКИ  
СПИРКИ**

(57) Съгласно метода за управление на метрото влаковете се движат без да се изпреварват и без да спират на всички спирки. Не се налага на пътниците да се прекачват. Всеки перон е разделен на 3 или 4 по-малки перона. Прескачат се до две или до три междинни спирки. При този метод станциите са равномерно натоварени.

2 претенции 8 фигури

**BG 67273 B1**

## **(54) МЕТОД ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА МЕТРОТО, ПРИ КОЙТО ВЛАКОВЕТЕ СЕ ДВИЖАТ БЕЗ ДА СПИРАТ НА ВСИЧКИ СПИРКИ**

### **Техническа област на приложението на изобретението**

Изобретението се отнася до метод за управление на метрото, при който влаковете се движат един след друг без да се изпреварват и без да спират на всички спирки.

### **Предшестващо състояние на техниката**

От предшестващото състояние на техниката са известни влакови композиции, които спират на всяка станция. Когато пътника се качва на влаковата композиция, няма значение на кой вагон ще се качи, защото те всичките отиват на едно и също място. Това е решението, което в момента се използва масово в метрополитените по света. При това решение няма значение дали пътникът използва началото или края на перона, защото и в двата случая той се качва на един и същи влак.

Решението да се спира на всяка спирка е много неефективно, особено когато имаме дълга линия с много спирки и малко разстояние между спирките. Тогава пътника, който пътува на дълго разстояние, ще загуби голяма част от времето си в ненужно спиране на междинните спирки.

Решението движението на влаковете в метрото да се ускори, като се пропускат спирки е старо. Тази идея е изложена в D5 (статията е от 2007, но за първи път е публикувана в 2002). Въпросът е как да се организира движението на влаковете така, че:

1. Да не се налага на пътниците да се прекачват.
2. Станциите да са равномерно натоварени (всичките да се прескачат еднакво).
3. Да бъде придвижването максимално бързо (по възможност да се пропуска повече от една спирка).
4. Схемата да е проста и ясна, за да не се объркват пътниците.

В D3 е предложена една схема, която налага прекачване и дори връщане назад, а това е крайно неудачно.

В статията D6 авторите се опитват да намерят схема за управление на влаковете и използват за целта генетични алгоритми. Въпреки авангардния им подход, резултатът, до който стигат, е схемата предложена в D3. Тоест, резултата е крайно незадоволителен.

Интересен е документ D2, където се предлага схема, в която се прескача повече от една спирка. За съжаление D2 не отговаря на второто изискване. Тоест, схемата не може да се приложи за цялата линия на метрото, а се прилага локално само за няколко последователни спирки. Поради тази причина решението, предложено в D2 дава сравнително малко увеличение на средната скорост. Друг недостатък на това решение е, че изисква линията на метрото да е по-специална и да има няколко последователни спирки, които да са слабо натоварени. Авторите на D2 са посочили, че в Мюнхен има такава линия на метрото. За съжаление дори и за тази специална линия на метрото не си струва да се прилага решението, предложено в D2, защото то ще затрудни пътниците, когато решават на кой влак да се качат (в случая дали да се качат в предната или задната част на влака). Затруднението ще бъде за пътниците от цялата линия, а икономията на време ще бъде само локално за няколко спирки, които се прескачат.

В документ D4 се описват четири признака, които схемата за движение би трябвало да има. Нито един от тези признаци не е необходим (задължителен). Дори, нито един от тези признаци не може да се приеме за полезен.

В разработките D7 - D11 се разглеждат схеми, при които влаковете се изпреварват, което прави тези схеми на практика невъзможни за реализация.

Най-близкият до настоящото изобретение е методът за управление на метрото, разкрит в документ D1. При този метод, както и при настоящото изобретение, влаковете се движат без да се изпреварват и без да спират на всички станции. Всички поставени изисквания се изпълняват от метода в D1 с изключение на три:

1. В D1 се прескача не повече от една спирка. Настоящото изобретение предлага метод, при който се прескачат до две спирки (патентна претенция 1) или се прескачат до три спирки (патентна претенция 2).

2. В D1 пътниците ще са силно затруднени да разберат схемата, защото броят на линиите се увеличава три пъти.

3. В D1 станциите не са равномерно натоварени, поради една грешка описана по-долу.

Прескачането на повече от една спирка е важно, защото по този начин средната скорост на влаковете може да се увеличи драстично. Никак не е тривиално да се увеличи броят на прескочените спирки. В D1, когато се прескача само една спирка, тогава влаковете са разделени на три групи. Когато се прескачат до две спирки (патентна претенция 1) тогава влаковете стават шест групи, а когато се прескачат до три спирки (патентна претенция 2) тогава влаковете стават десет групи. Движението на трите групи влакове в D1 е представено на фигура 1. Движението на шестте групи влакове (според патентна претенция 1) е представено на фигура 2. Движението на десетте групи влакове (според патентна претенция 2) е представено на фигура 3.

Недостатък на метода, разкрит в D1 е, че при него силно се затрудняват пътниците, когато трябва да изберат на кой влак да се качат. В D1 една линия на метрото се заменя с три линии. Това би увеличило броя на линиите три пъти и силно би затруднило пътниците. Не е нужно пътникът да знае, че влаковете са три, шест или десет групи. За него е по-разбираемо, ако перона е разделен на две, три или четири части и той трябва да избере от коя част на перона да се качи. Тоест, важно е да се представи схемата за движение, така че тя да бъде понятна за пътниците, а това не е направено в D1.

Друг недостатък (или по-скоро грешка) на решението от D1 е, че всички влакове спират на първата станция. По този начин се забавя движението на цялата линия. Заради този недостатък решението от D1 не отговаря на изискването станциите да са равномерно натоварени. За да се отстрани този недостатък, би трябвало всеки трети влак да прескочи първата станция и да спре чак на втората.

Както се вижда от примера и от прототипа на изобретението, прескачането на повече спирки съществено съкращава времето за придвижване на пътниците (при нашето решение общото време за пътуване е с 16% по-малко спрямо метода, разкрит в D1). Също така съществено се намалява използваната електроенергия (нашето решение дава почти два пъти по-голяма икономия на електроенергия). Съществено се намалява и контактът между пътниците, което е предимство в случай на епидемия (при D1 контакта между пътниците намалява с 33% докато при нашето решение намалява с 60%).

### **Техническа същност на изобретението**

Задачите, които решава настоящото изобретение, са да се създаде метод за управление на метрото, при който влаковете се движат без да се изпреварват и без да спират на всички спирки и да не се налага на пътниците да се прекачват, за да стигнат до желаната станция. Друга задача, която настоящото изобретение решава е натоварването на станциите да е равномерно, за да се увеличи максимално пропускателната способност на линията. Следващата задача е увеличението на средната скорост да е максимално. Това е причината, поради която се прескача повече от една спирка. Последната задача е схемата на движение да е проста и да не обърква пътниците. В тук описания метод са решени задачите, които са поставени.

Съгласно метода за управление на метрото, при който влаковете се движат без да се изпреварват и без да спират на всички спирки, всеки перон е разделен на 3 или 4 по-малки перона, като не се налага на пътниците да се прекачват и станциите са равномерно натоварени.

Когато всеки перон е разделен на 3 по-малки перона, на всяка станция спират 50% от преминаващите влакове, като всеки влак първо спира на следващата станция, после прескача една станция и спира на втората, накрая прескача две станции и спира на третата станция, след което схемата се повтаря.

Когато всеки перон е разделен на 4 по-малки перона, на всяка станция спират 40% от преминаващите влакове, като всеки влак първо спира на следващата станция, после прескача една станция и спира на втората, после прескача две и спира на третата, накрая прескача три станции и спира на четвъртата станция, след което схемата се повтаря.

### **Предимства на изобретението**

Настоящото изобретение има седем предимства:

1. Намаляване на времето необходимо за пътуване.
2. Икономия на електроенергия.
3. Намаляване на физическото износване на влаковете на метрото (най-вече на колелата и спирачките им).

Времето, електроенергията и физическото износване на влаковете се намаляват, защото се спира на по-малко междинни спирки.

4. Увеличаване на максималната пропускателна възможност на линията на метрото.

Капацитета на станциите се увеличава благодарение на това, че част от влаковете не спират на станцията и така намаляват натоварването ѝ. Важно още е и това, че натоварването на станциите е равномерно.

5. Увеличава се максималната възможна скорост на влаковете.

Благодарение на това, че се пропускат спирки, се увеличава разстоянието между две последователни спириания и това прави възможно постигането на по-висока максимална скорост на влака. При малко разстояние между спирианията и при фиксирано ускорение максималната скорост на влака е ограничена от

горна граница. Достигането до тази теоретична горна граница е безсмислено, но когато тя е по-висока се увеличава и смислената максимална скорост, която е около половината от теоретичната горна граница.

6. Намалява се подвижния състав. (Става дума за намаляване на броя на вагоните, а не на броя на влаковете.) Ако средната скорост се увеличи два пъти, то два пъти по-малко вагони могат да превозят същия брой пътници.

7. Намаляване на контакта между пътниците.

При възникване на епидемия това ще намали разпространението на заразата.

Контактът между пътниците намалява поради намаляването междинните спирания на влака. По време на движението между спирките пътниците стоят неподвижно, но на всяка междинна спирка те се разместват, за да направят път на слизащите. Затова намаляването на броя на междинните спирки води до намаляване на разместванията и от там се намалява контакта между пътниците.

Освен това при новата схема съществено се намалява блъсканицата на станциите на метрото, защото влакът е разделен на няколко отделни вагона, който се движат независимо и спират един след друг. Тоест, последователно спират няколко вагона, вместо да спре един влак с четири вагона и да изсипе на перона четири пъти повече хора.

При новата схема съществено се съкращава времето за пътуване във метро влака, но за сметка на това има известно увеличаване на времето за чакане на станцията. Това също ще намали контакта между пътниците, защото блъсканицата на станцията е много по-малка от тази във влака и времето прекарано на станцията е много по-безопасно от това прекарано във влака.

Допълнително намаление на контакта между пътниците ще се получи косвено от това, че новата схема ще увеличи пропускателната възможност на метро линията. Когато се увеличи капацитета на линията, това ще доведе до намаляването на блъсканицата (особено в часовете пик) и оттам ще се забави разпространението на опасните вируси.

### **Пояснение на приложените фигури**

На фигура 1 схематично е изобразено движението на влаковете при D1 (това е най-близкият до настоящото изобретение метод за управление на метрото).

На фигура 2 схематично е изобразен случая, когато перонът е разделен на 3 и влаковете се движат в режима (1, 2, 3), което е описано в претенция 1.

На фигура 3 схематично е изобразен случая, когато перонът е разделен на 4 и влаковете се движат в режима (1, 2, 3, 4), което е описано в претенция 2.

На фигура 4 схематично е изобразен перон, разделен на 4 части (тази фигура, както и следващите четири фигури са генерирани от симулационната програма, която е разработен прототип на изобретението).

На фигура 5 схематично е изобразен перона и таблото, което ще помогне на пътника да избере на кой перон да чака.

На фигура 6 таблото е изобразено в по-едър мащаб.

На фигура 7 таблото е изобразено в още по-едър мащаб, така че се виждат дори номерата и имената на спирките.

На фигура 8 е изобразена станция Константин Величков и таблото на тази станция, което е различно от таблото на станция Опълченска (фигури 5, 6 и 7).

#### **Пример за изпълнение на изобретението**

Всеки перон е разделен на 3 или 4 по-малки перона и всеки влак се движи в ускорен режим, който е някои от режимите (1, 2, 3) или (1, 2, 3, 4) - съгласно патентни претенции 1 и 2. По този начин влакът ще спира само на някои от спирките и различните влакове ще спират на различни части от перона (на различни малки перони).

Малките перони, които се получават след разделянето на целия перон на части, ще бъдат означени с различни цветове. В зависимост от това за коя станция пътува пътникът ще трябва да изберете съответния малък перон. Няма да е все едно от кой малък перон той ще се качи. Цветът на перона ще помага при този избор.

Влаковете са разделени на групи (6 или 10 групи според претенция 1 и 2), но тези групи са невидими за пътника, защото влаковете не са отбелязани с табели. Пътника не избира влака, на който да се качи, а избира малкия перон и знае, че там ще спре нужният му влак.

На фигури 2 и 3 се вижда схематично представяне на режимите (1, 2, 3) и (1, 2, 3, 4), които са описани в патентни претенции 1 и 2. Там влаковете са разделени на 6 и 10 групи съответно.

Фигура 2 изобразява случая когато перонът е разделен на 3 и влаковете се движат в режима (1, 2, 3). Фигура 2 е сложна, защото тук влаковете са разделени на 6 групи, чието движение е изобразено с 6 различни типа стрелки (използвали сме тънка и дебела линия, непунктирана линия, както и два вида пунктир).

Фигура 3 изобразява случая когато перонът е разделен на 4 и влаковете се движат в режима (1, 2, 3, 4). Фигура 3 е още по-сложна, защото тук влаковете са разделени на 10 групи, чието движение е изобразено с 10 различни типа стрелки (използвали сме два цвята - черно и сиво, тънки и дебели линии, непунктирана линия и два вида пунктир).

На всяка станция ще има табло (фигури 5, 6 и 7), където спирките на метрото са означени с цветовете на пероните. Това табло ще помогне на пътника да избере на кой перон да отиде. Освен на таблото пътника ще може да открие своята спирка и на перона, защото на всеки перон ще са написани спирките, до които се достига, ако се вземе влак от този перон.

На различните спирки таблото ще изглежда различно. Например, първата спирка винаги ще е представена със зелено кръгче, но гледано от различни места една спирка може да е първа, а може и да не е. На фигури 6 и 7 може да се види, че станция Сердика е първата следваща станция след Опълченска. Следователно на таблото, което е на станция Опълченска, станцията Сердика трябва да бъде изобразена със зелено, защото гледано оттам тя е следващата станция. На таблото, което е на станция Константин Величков (фигура 8), станция Сердика трябва да е означена със синьо, защото гледано оттам тя е втората станция.

Всяка спирка ще бъде означена с кръгче в съответния цвят. Когато цветовете са два, три или четири (тоест, когато за тази спирка има два, три или четири възможни перона), тогава спирката се означава с две, три или четири частично припокриващи се кръгчета, като най-горното е с цвета на перона, където най-

напред ще пристигне влак. Тоест, това табло трябва да е електронно, а не хартиено, защото то динамично ще се променя, за да отрази, кой от няколкото възможни влакове първи ще дойде.

Съдържанието на таблото е представено с таблица. По-долу има три таблици, които са за всеки един от режимите (1, 2, 3) и (1, 2, 3, 4). От тези таблици може да се види, че за всяка спирка има поне по един влак, който води до там без да е нужно пътникът да се прекачва. Това показва, че настоящото изобретение решава поставената задача - да не се налага на пътниците да се прекачват.

Другата поставена задача е всички станции имат еднакво натоварване. При настоящото изобретение станциите имат еднакво натоварване (50% или 40% според патентни претенции 1 или 2). Затова при настоящото изобретение значително се увеличава капацитета на метро линията.

За всеки влак, системата на управление трябва да поддържа два брояча. Първият брояч трябва да помни в кой етап от схемата е влакът, а вторият брояч трябва да помни колко спирки още трябва да бъдат пропуснати на този етап, за да знае системата кога влакът трябва да спре. На фигури 4 и 5 са изобразени влаковете и на всеки един е отбелязана стойността на тези два брояча във вида (X:Y). Например на фигура 4 влакът означен с (4:4) тъкмо тръгва от втория перон (този, който трябва да е означен с червено) и ще трябва да спре чак на четвъртата станция. Зад него идва друг влак означен с (4:3), който ще пропусне тази станция и още две и ще спре чак на третата (гледано оттук, той ще спре на третата станция, но гледано от предишната, откъдето е тръгнал, той ще спре на четвъртата).

Методът за управление може да се обобщи и за друг брой по-малки перона. Например за 5. При 5 всеки влак ще се движи по схемата (1, 2, 3, 4, 5). На всяка спирка ще спират по пет влака и по 10 ще прескачат. Тогава намалението на броя на спирките ще е 3 пъти.

Режим на движение (1, 2, 3) - патентна претенция 1

При този режим всеки перон е разделен на 3 по-малки перона и всеки влак се движи по схемата (1, 2, 3). Кое то значи, че влакът първо спира на следващата спирка, после прескача една спирка и спира на втората, после прескача две и спира на третата, след което цикълът 1, 2, 3 започва отначало (това движение е илюстрирано на фигура 2).

По този начин всеки влак ще спира през следващите 6 спирки само на 3 от тях. Тоест, броят на станциите, на който ще се спира, ще се намали 2 пъти.

За всеки влак, трябва да броим 1, 2, 3, за да знаем в кой етап от режима (1, 2, 3) той се намира (това е първият брояч). Освен това, трябва да броим спирките на влака, за да знаем кога ще спре (това е вторият брояч).

Ако през една точка мине влак, който е тръгнал от предишната станция и който ще спре на следващата, то този влак ще има стойност на броячите (1:1) и той ще е в първият етап на режима 1, 2, 3. Следващите два влака, които ще минат през тази точка ще бъдат в етап 2 и ще имат стойност на броячите (2:2) и (2:1). Първо ще мине (2:2) и след него ще мине (2:1). Следващите три влака ще са в етап 3 и ще имат съответно стойност на броячите (3:3), (3:2) и (3:1). След преминаването на тези шест влака последователността ще се повтори и следващият влак отново ще е (1:1).

Тоест, ако се гледат стойностите на броячите, влаковете, които ще преминат през една точка, ще са в следната последователност:



(1:1), (2:2), (2:1), (3:3), (3:2), (3:1).

На следващата станция ще спрат само тези, чийто втори брояч е едно. Тоест, ще спрат само три от шестте влака. Останалите три ще пропуснат станцията и ще продължат.

Освен последователността, в която ще се движат влаковете, важни са и местата, на които ще спират.

Перонът на станцията ще е разделен на три по-малки перона. На всеки един от тези три по-малки перона ще спира само по един влак. Дължината на влаковете ще бъде приблизително една трета от дължината на влаковата композиция, която би могла да се събере на целия перон (т.е. на големия перон, когото сме разделили на три малки перона).

Трите малки перона (подредени по посока на движението) ще бъдат означени с числата 3, 2, 1 и оцветени съответно с цветовете жълто, синьо, зелено. Тук зелено означава перона за влаковете, които отиват най-близо (на следващата спирка). Жълто означава перона за влаковете, които отиват най-далеч (т. е. през две станции на третата).

На първия малък перон (жълтият) ще спират само влаковете, които прескачат две спирки и отиват на третата. (Първият е този, който е най-отзад по посока на движението.) Съответно на втория (синият) ще спират влаковете, които прескачат една спирка и отиват на втората. На последния, трети перон (зеленият) ще спират влаковете, които отиват на следващата спирка.

Съдържанието на таблото, което ще помага на пътниците да изберат перона, се илюстрира от следната таблица:

Станция:	Цветовете:
На която е поставено таблото	Бяло кръгче
Първа (следваща)	зелено
Втора	синьо
Трета	жълто, зелено
Четвърта	жълто
Пета	синьо
Шеста	зелено, синьо, жълто

Таблото след 6-тата спирка ще се повтаря аналогично (7-та ще е като първата и т. н.) В обратна посока таблото ще е оцветено аналогично (минус първата ще е като първата и т. н.)

Режим на движение (1, 2, 3, 4) - патентна претенция 2

При този режим всеки перон е разделен на 4 по-малки перона и всеки влак се движи по схемата (1, 2, 3, 4). Което значи, че влакът първо спира на следващата спирка, после прескача една спирка и спира на втората, после прескача две и спира на третата, после прескача три и спира на четвъртата, след което цикълът 1, 2, 3, 4 започва отначало (това движение е илюстрирано на фигура 3).

По този начин всеки влак ще спира през следващите 10 спирки само на 4 от тях. Тоест, броят на станциите, на който ще се спира, ще се намали 2,5 пъти.

За всеки влак, трябва да броим 1, 2, 3, 4, за да знаем в кой етап от режима (1, 2, 3, 4) той се намира (това е първият брояч). Освен това, трябва да броим спирките на влака, за да знаем кога ще спре (това е вторият брояч).

Ако през една точка мине влак, който е тръгнал от предишната станция и който ще спре на следващата, то този влак ще има стойност на броячите (1:1) и той ще е в първият етап на режима 1, 2, 3, 4. Следващите два влака, които ще минат през тази точка ще бъдат в етап 2 и ще имат стойност на броячите (2:2) и (2:1). Първо ще мине (2:2) и след него ще мине (2:1). Следващите три влака ще са в етап 3 и ще имат съответно стойност на броячите (3:3), (3:2) и (3:1). Накрая ще минат още четири влака, които ще са в етап 4 и ще имат стойност съответно (4:4), (4:3), (4:2), (4:1). След преминаването на тези десет влака последователността ще се повтори и следващият влак отново ще е (1:1).

Тоест, ако гледаме стойностите на броячите, влаковете, които ще преминат през една точка, ще са в следната последователност:

(1:1), (2:2), (2:1), (3:3), (3:2), (3:1), (4:4), (4:3), (4:2), (4:1).

На следващата станция ще спрат само тези, чийто втори брояч е едно. Тоест, ще спрат само четири от десетте влака. Останалите шест ще пропуснат станцията и ще продължат.

Освен последователността, в която ще се движат влаковете, важни са и местата, на които ще спират.

Перонът на станцията ще е разделен на четири по-малки перона (фигури 4 и 5). На всеки един от тези четири по-малки перона ще спира само по един влак. Дължината на влаковете ще бъде по-малка от една четвърт от дължината на влаковата композиция, която би могла да се събере на целия перон (т. е. на големия перон, когото сме разделили на четири малки перона).

Четири малки перона (подредени по посока на движението) ще бъдат означени с числата 3, 4, 2, 1 и оцветени съответно с цветовете жълто, червено, синьо, зелено. Тук зелено означава перона за влаковете, които отиват най-близо (на следващата спирка). Червено означава перона за влаковете, които отиват най-далеч (т. е. на четвъртата спирка броено от тази, от която се тръгва).

На първия малък перон (жълтият) ще спират само влаковете, които прескачат две спирки и отиват на третата. (Първият е този, който е най-отзад по посока на движението.) Съответно на втория (червеният) ще спират влаковете, които прескачат три спирки и отиват на четвъртата. На третия (синият) ще спират влаковете, които прескачат една спирка и отиват на втората. На последния, четвърти перон (зеленият) ще спират влаковете, които отиват на следващата спирка.

Съдържанието на таблото, което ще помага на пътниците да изберат перона, се илюстрира от следната таблица:

Станция:	Цветове:
На която е поставено таблото	Бяло кръгче
Първа (следваща)	зелено
Втора	синьо
Трета	жълто, зелено
Четвърта	червено
Пета	червено, синьо
Шеста	зелено
Седма	жълто, червено
Осма	жълто
Девета	синьо
Десета	зелено, синьо, жълто, червено

Таблото след 10-тата спирка ще се повтаря аналогично (11-тата ще е като първата и т. н.) В обратна посока таблото ще е оцветено аналогично (минус първата ще е като първата и т. н.)

Това, че от всеки десет влака 4 спират и 6 прескачат станцията, е една от причините, поради която предложения метод за управление увеличава пропускателната възможност на линията на метрото. Другата причина е в специалното подреждане на влаковете и на перончетата (местата където влака ще спре). Това подреждане осигурява три влака да мога да спрат едновременно. Това са влаковете със стойност на броячите: (4:1), (1:1), (2:1). Заедно с тях принудително би спрял и влакът със стойност (2:2). Тоест, едновременно могат да спрат (4:1), (1:1), (2:2), (2:1). След преминаването на тези влакове през станцията техните броячи ще имат съответно стойностите (1:1), (2:2), (2:1), (3:3), защото за тези които са спирани ще променим стойността на първия им брояч и вторият броят ще го направим равен на първия, за тези които не са спирани само ще намалим с едно стойността на втория им брояч. По този начин при максимално натоварване на линията десет влака ще минат през станцията с две спирания, като веднъж ще спрат три влака и веднъж ще спре само един. Ако се използва традиционният метод за управление на метрото, то ще минат десет влака организирани в два влака и половина, всеки от които е 4 пъти по-дълъг. Това прави две спирания и половина вместо две.

Заявителят е създал симулационна програма, която представлява прототип на изобретението. За да се стартира тази програма трябва да се инсталира Strawberry Prolog (<https://dobrev.com/>) и да се стартира програмата Metro.pro (тази програма ще се отвори автоматично след инсталацията).

Пример 1.

Нека влаковете се движат в режим (1, 2, 3, 4), което е описано в патентна претенция 2. Нека при стандартното решение влаковете да са се състояли от четири вагона, а при новото решение да са разделени

на 4 влака с по един вагон. Броя на междинните спирки се намалява 2,5 пъти, което означава че от 10 спирки пропускаме 6.

Да разгледаме линия на метрото, където спирките са на разстояние от 1200 m една от друга. Нека ускорението при тръгване и спиране да е  $1 \text{ m/s}^2$ . Нека средното време за престой на станцията да е 10 s. Нека влаковете се движат с максимална скорост от 20, 30, 40 или 50 m/s (когато се движат на разстояние 1, 2, 3 или 4 спирки). Тоест, максималната скорост е между 72 и 180 km/h. Ограничението на максималната скорост идва от разстоянието между спирките и ускорението от  $1 \text{ m/s}^2$ . Не си струва да ускоряваме до висока максимална скорост, ако няма да можем да я поддържаме поне за 40 s.

Следващата таблица показва общото време нужно за пътуване между две спирки в зависимост от това колко спирки прескачаме. Общото време включва, времето за престой, както и времето за ускоряване и за спиране.

	разстояние	максимална скорост	Разстояние за ускорение	Време с максимална скорост	Общо време
1 спирка	1200 m	20 m/s	400 m	40 s	90 s
2 спирки	2400 m	30 m/s	900 m	50 s	120 s
3 спирки	3600 m	40 m/s	1600 m	50 s	140 s
4 спирки	4800 m	50 m/s	2500 m	46 s	156 s

Когато се спира на всяка спирка времето за една спирка е 90 s. При режима (1, 2, 3, 4) времето за 10 спирки е 506 s, тоест 50,6 s за една спирка.

Това прави увеличение на средната скорост с 78%, което е почти двойно. Да сравним с метода за управление на метрото, разкрит в D1. В този случай увеличението е само 29%. Тоест при нашето решение увеличението на средната скорост е почти три пъти по-голямо.

Увеличението на средната скорост не е равнозначно с намаляването на времето за пътуване, защото при прескачането на станции се увеличава времето за чакане. Ще предположим, че времето за чакане на станцията се увеличава двойно и че времето за чакане е около 10% от времето за пътуване. Тоест, ако времето за пътуване във влака се намалява с 44% и времето за чакане се удвоява, то общото време за пътуване се намалява с 34%. Да сравним с метода, разкрит в D1. В този случай с 22% се намалява времето за пътуване във влака. В този случай чакането се увеличава незначително (около 10%). Това дава намаление на общото време за пътуване с около 21%. Тоест при метода, съгласно изобретението, общото време за пътуване е с 16% по-малко спрямо метода, разкрит в D1.

Ако се пътува на разстояние от една спирка то няма икономия на време, напротив, имаме забавяне заради два пъти по-дългото чакане на спирката.

Каква е икономията на електроенергия? Нека приемем, че половината от електроенергията се губи за спиране и тръгване, а другата половина за движение с постоянна скорост. При това предположение се намаляват спиранията 2,5 пъти и се икономисват 30% от електроенергията. В сравнение с метода, разкрит в

D1 се икономисваме 17% от електроенергията. Тоест, методът, съгласно изобретението дава почти двойно по-голяма икономия на електроенергия.

Да изчислим с колко ще се увеличи пропускателната възможност на линията на метрото. При предположение, че дължината на вагончетата е 20 m, то за да тръгне и да спре след 80 m влакче от 4 вагона ще са нужни приблизително 18 s. Добавяме още 10 s престой и получаваме 28 s минимално време за преминаването на 4 вагона. За преминаването на 10 вагона умножаваме по 2,5 и получаваме 70 s.

В случая на метода за управление на метрото, съгласно изобретението при максимално натоварване за 10 вагона ще имаме две спирания. При едното спиране ще трябва да тръгнем и да спрем на 80 m, а при другото на 120 m. Това прави 18 плюс 22 s. Добавяме още две по 10 s престой. Резултата е, че при максимално натоварване 10 вагона ще минат за 60 s, което прави около 17% по-голям капацитет на метро тръбата при новия метод за управление.

Тук не е отчетено, че времето за престой когато спират по-малко вагони (един или три вместо 4) би трябвало да е по-малко. Тоест, може да очакваме увеличение на капацитета дори и с повече от 17%.

Друг фактор, който не е отчетен е това, че при новия метод за управление слизачите и качващите се ще са с 2,5 пъти повече. Тоест, ако при традиционния метод за управление средно слизат по 10% от пътниците, сега ще слизат средно по 25%. Това може да ни доведе до предположението, че времето за престой на станцията ще се увеличи, защото повече хора ще слизат и ще се качват. От друга страна, когато имаме блъсканица, тогава тези, които не слизат, пречат на тези, които искат да слязат и тогава 25% може да слязат за приблизително същото време, за което биха слезли 10%.

Отново да сравним с метода, разкрит в D1. В този случай пропускателната възможност на линията на метрото ще се увеличи с около 31%. Тоест, по този критерий методът, съгласно изобретението отстъпва от решението, разкрито в D1 почти два пъти.

### **Приложение (използване) на изобретението**

Този метод за управление на метрото може да се приложи при автоматично метро. При метро управлявано от машинисти, този метод за управление не е подходящ, защото той увеличава няколко пъти броя на машинистите (три или четири пъти според претенции 1 и 2). Освен това този метод за управление предполага по-голяма гъстота и по-малка дистанция между влаковете, което при управление от хора би довело до по-голяма опасност от катастрофи.

### **Патентни претенции**

1. Метод за управление на метрото, при който влаковете се движат без да се изпреварват и без да спират на всички спирки, като не се налага на пътниците да се прекачват, характеризиращ се с това, че всеки перон е разделен на 3 по-малки перона и се прескачат до две междинни спирки, и станциите са равномерно натоварени, като на всяка станция спират 50% от преминаващите влакове и всеки влак първо спира на следващата станция, после прескача една станция и спира на втората, накрая прескача две станции и спира на третата станция, след което последователността се повтаря.

2. Метод за управление на метрото съгласно претенция 1, характеризиращ се с това, че всеки перон е разделен на 4 по-малки перона и се прескачат до три междинни спирки, и станциите са равномерно натоварени, като на всяка станция спират 40% от преминаващите влакове и всеки влак първо спира на следващата станция, после прескача една станция и спира на втората, после прескача две и спира на третата, накрая прескача три станции и спира на четвъртата станция, след което последователността се повтаря.

### Приложение: 8 фигури

#### Литература

D1. Daoxin Zhu. Method for optimizing operation of station stops along subway trains. CN 101391609 A (DAOXIN ZHU [CN]) 25 March 2009.

D2. Herde Christian. Method for speed-up the movement of trains between two stations. DE 10 2006 006227 A1 (HERDE CHRISTIAN [DE]) 16 August 2007.

D3. Jiaqi Shen, Liming Shen. Rail transit system with sectionalized operation mode, CN 101786460 A (JIAQI SHEN) 28 July 2010.

D4. Zhao Fengjing, Zhao Yang. Urban rail transit station and train grouping and marking operation and passenger transport system, CN 103373375 A, (Shanghai University), 30.10. 2013.

D5. Wonho Suh, Kyung-Soo Chon, Sung-Mo Rhee. 2007. Effect of skip- stop policy of a Korean subway system. Transportation Research Record 1793: 33-39.

D6. Young-Jae Lee, Shaghayegh Shariat, Keechoo Choi. 2014. Optimizing Skip-Stop Rail Transit Stopping Strategy using a Genetic Algorithm. Journal of Public Transportation, Vol. 17, No. 2, 135-164, 2014.

D7. Dimiter Dobrev. Metro where every wagon has its own opinion (Beta 1), This is a computer program, 3 December, 2015, [https://dobrev.com/software/Metro\\_b1.pro](https://dobrev.com/software/Metro_b1.pro)

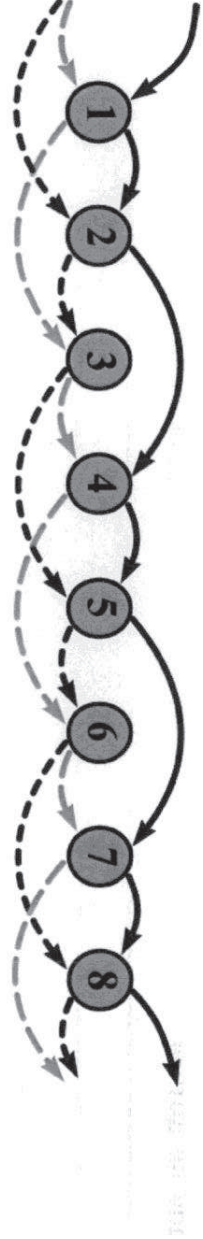
D8. Dimiter Dobrev. Metro where every wagon has its own opinion (Beta 2), This is a computer program, 10 December, 2015, [https://dobrev.com/software/Metro\\_b2.pro](https://dobrev.com/software/Metro_b2.pro)

D9. Dimiter Dobrev. Metro where every wagon has its own opinion (Beta 3), This is a computer program, 18 January, 2016, [https://dobrev.com/software/Metro\\_b3.pro](https://dobrev.com/software/Metro_b3.pro)

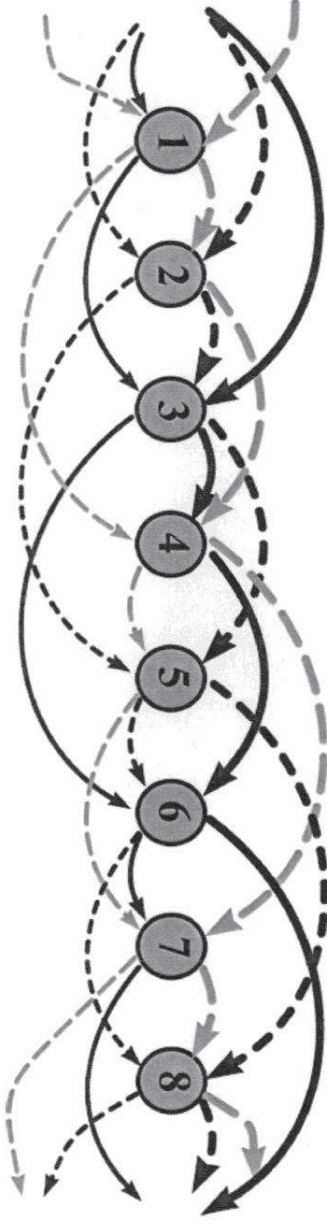
D10. Dimiter Dobrev. Metro where every wagon has its own opinion (Beta 4), This is a computer program, 26 March, 2016, [https://dobrev.com/software/Metro\\_b4.pro](https://dobrev.com/software/Metro_b4.pro)

D11. Dimiter Dobrev. Metro where every wagon has its own opinion (Beta 5), This is a computer program, 5 April, 2016, [https://dobrev.com/software/Metro\\_b5.pro](https://dobrev.com/software/Metro_b5.pro)

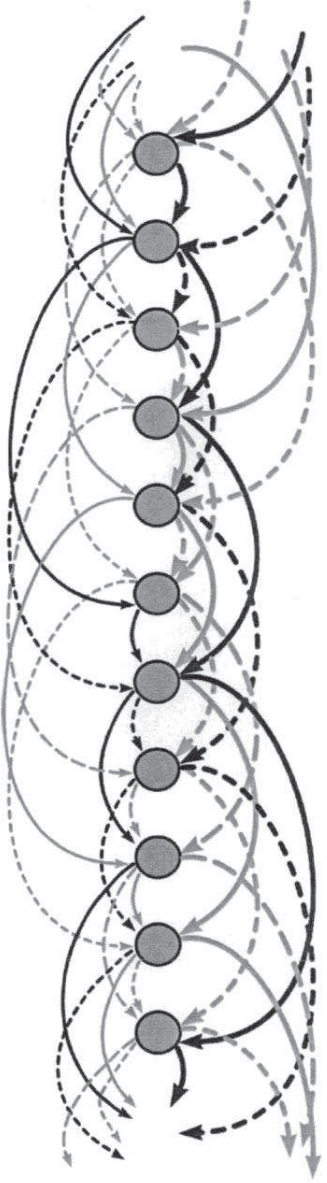
Фигури:



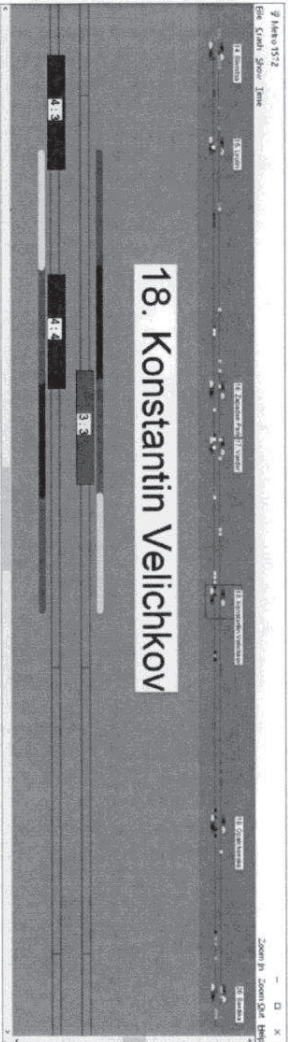
Фигура 1



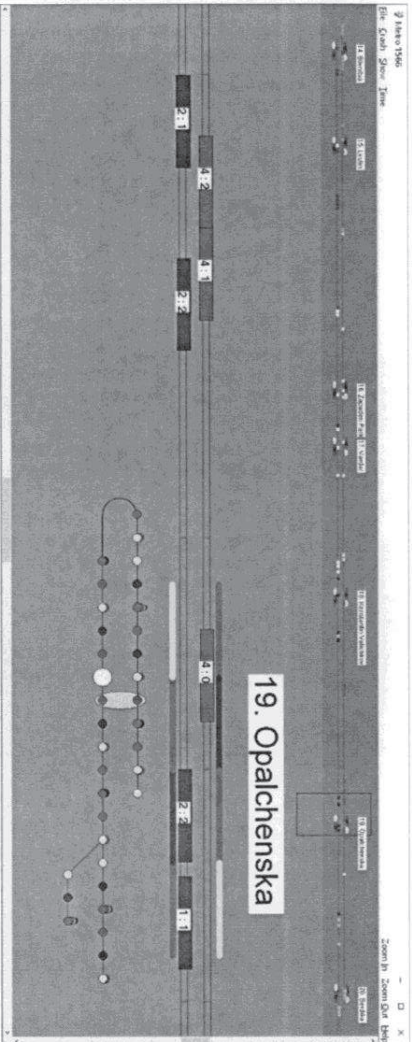
Фигура 2



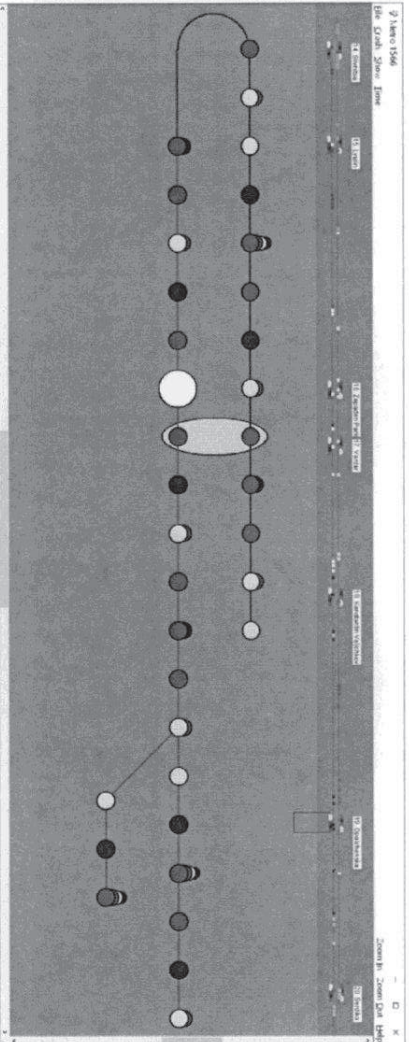
Фигура 3



Фигура 4

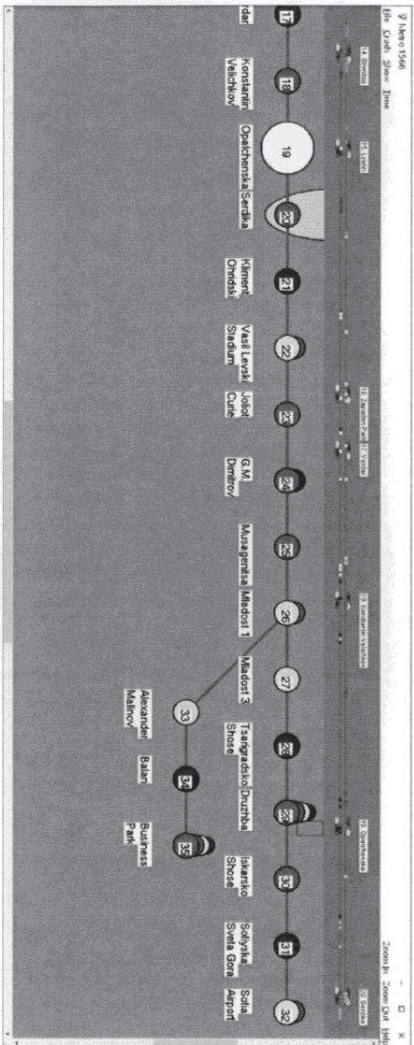


Фигура 5

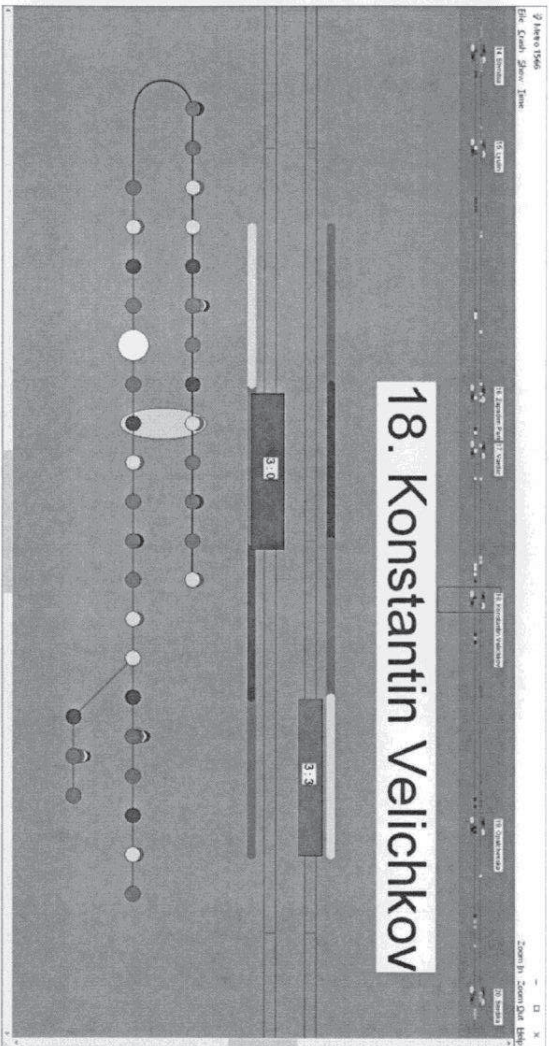


Фигура 6





Фигура 7



Фигура 8