

ПОВИШАВАНЕ НА ТОЧНОСТТА ПРИ ИЗПОЛЗВАНЕ НА GPS ЗА ПОДВИЖЕН ЖЕЛЕЗОПЪТЕН СЪСТАВ

Веселин Стоянов, Олег Кръстев, Десислава Велкова

ves@vtu.bg, okrastev@tu-sofia.bg, desi_velkova@abv.bg

ВТУ „Тодор Каблешков“,

Катедра „Транспортна техника“, София 1574, ул. "Гео Милев" № 158

Технически университет – София, Факултет по транспорта,

Факултет по телекомуникации, София 1756, бул. Климент Охридски № 8, бл. 9

БЪЛГАРИЯ

Ключови думи: железопътен транспорт, GPS

Резюме: Приложен е анализ на причините за възникване на грешки при определяне на местоположението на подвижния железопътен състав чрез сателитно изчисляване на координатите. Предложени са системни решения за повишаване на точността на GPS приемник „АЕК-4R“ при използване на допълнителен сигнал за скоростта на обекта.

1. Въведение

Спътниковите системи за позициониране и навигация намират широко приложение във всички видове транспорт, включително и в железопътния. Очаква се в близко бъдеще да започнат да функционират пълноценно три спътникови системи: GPS, Galileo и ГЛОНАСС. Това определя и интереса към този тип навигация не само при експлоатацията на транспортните средства, а и при провеждането на различни експерименти и научни изследвания.[1] Основното предимство на всяка система е точното определяне на координатите. Непрекъснато се търсят средства за повишаването на точността на позициониране. Провеждат се множество експерименти и се усъвършенства техническото оборудване [2, 3, 4]. Изследват се варианти за интегриране на спътниковите навигационни системи с други източници на навигационна информация. Този тип интегриране осигурява непрекъснато поддържане на сигналите в периодите на обновяване на приемника, на интерференция или „затъмняване“ на антената. Последните години са характерни с бурно развитие на космически базирани допълнени навигационни системи, при които станциите, изпращащи сигнали, са базирани на геостационарни спътници. Подобни системи се разработиха и се разработват в САЩ (WAAS), Европа (EGNOS), Индия (GAGAN), Япония (MSAS) и са сертифицирани за определен клас навигационни услуги.

2. Основни източници на грешки, методи и средства за повишаване на точността

Точността, с която даден GPS приемник може да определи своето местоположение и скорост, зависи от сложното взаимодействие на различни фактори.

Както всяка сложна техническа система, така и GPS се влияе от различни източници на грешки, което води до неточни резултати при определянето на координатите на приемника. В идеалния случай би трябвало да определят точно параметрите, необходими за изчисление на позицията, но на практика грешката на системите за общо ползване достига от няколко до десетки метри. Съществуват много причини за поява на грешки при работа на GPS, като всеки един източник влияе по различен начин и е с различна големина. Основните източници на грешки могат да се видят на фиг. 1. [5].



Фиг. 1. Основни източници на грешки при работа на GPS

Основен метод за коригиране на грешките при позициониране е използването на допълващите навигационни системи. Това са диференциални системи, при които се използват базови наземни станции с известни координати, които изпращат сигнали за корекция на всички потребители на навигационна информация.

Европейската космическа агенция (European Space Agency - ESA), като член на тристранната група за разработка и приложение на системата EGNOS работи по няколко проекта, финансирани от Европейския съюз, за използването на космически базирани допълнени спътникови навигационни системи. Използването на системата EGNOS за авиационни цели при различни етапи на полета може да се приложи и в железопътния транспорт, въпреки, че при наземния транспорт ефективността е в голяма зависимост от релефа. [4]

Наред с диференциалните системи съществуват и други методи за подобрене на точността на изчислената позиция, като съчетаване на GPS приемници с инерциални системи или използване на алгоритми за определяне на изправността на спътниците. В първия случай, GPS приемниците се комбинират с жирокоп и акселерометър, които позволяват на приемника да определя позицията дори при загуба на сигнала. Във втория случай, приемниците използват алгоритми за определяне на изправността на спътниците и изключват от навигационното уравнение тези, които не са достатъчно надеждни.

При интегрирането на сателитните навигационни системи с други навигационни системи и датчици са възможни основно два варианта:

- Свободно интегрирана сателитна навигационна система. Приемникът за спътникова навигация работи като такъв, давайки на изхода навигационни параметри, както в режим на неинтегрирана система. Независимо от него съществува процесор, на входа, на който постъпва навигационна информация от самия приемник и другите навигационни системи;

- Тясно интегрирана сателитна навигационна система. При този вариант информацията от другите датчици или системи коригира информацията от приемника преди тя да е излязла от последния.

3. Повишаване точността на позициониране при използване на GPS, базиран на тягов подвижен железопътен състав

На базата на извършени анализи [2, 3, 4] на причините за грешки при използването на системи за сателитно позициониране може да се приложат методи за тяхното намаляване. След запознаване с параметрите на сателитни приемници, произведени от водещи фирми, се предлага при изпитания на локомотиви, мотриси и мотрисни влакове да се използва модел АЕК-4R на фирма U-Blox [2, 3, 4, 6].

GPS приемниците АЕК-4R са от вида тясно интегрирана система, т.е. получената информация от сателитите се допълва със сигнали от жирокоп и скоростомер. По този начин се установява пропътуваният маршрут в периоди със слаб GPS сигнал или извън обхват. В зависимост от качеството на наличните GPS сигнали, системата изчислява точно следващите местоположения [6]. Принципа на работа при корекция на сигнала е следния:

- *Без GPS сигнал:* При загуба на сигнал, предават данни само възприемателите. Местоположението се изчислява на базата на сигналите, получени от жирокопа и скоростомера, като се отнасят към последното известно положение.
- *Слаб GPS сигнал:* В градски условия при наличие на сгради и бърза промяна на видимостта, устройството изпълнява пресмятания като съчетава GPS – позиционирането и информацията от датчиците.
- *Силен GPS сигнал:* GPS – позиционирането има по – голямо значение от данните, предавани от възприемателите, като цялостно навигационно решение. В този случай, измерените стойности се използват, за да калибрират данните от датчиците или да изпълняват проверки за целостта им – да установят дали са добре калибрирани.

За използването този приемник в железопътен състав е необходимо осигуряването на допълнителен сигнал за скоростта и ел. захранване на жирокопа.

Независимото захранване на жирокопа с постоянен ток – DC 9-19 V не е проблем при нито един от тяговите състави и поради това не се разглежда в настоящата разработка.

Сигналът за скоростта съгласно документацията трябва да е – DC 5 V и да е във вид на импулси или прекъсвания. Поради различията в системите за определяне скоростта на движение при използването в Р България железопътни возила, са разгледани двата най-разпространени варианта:

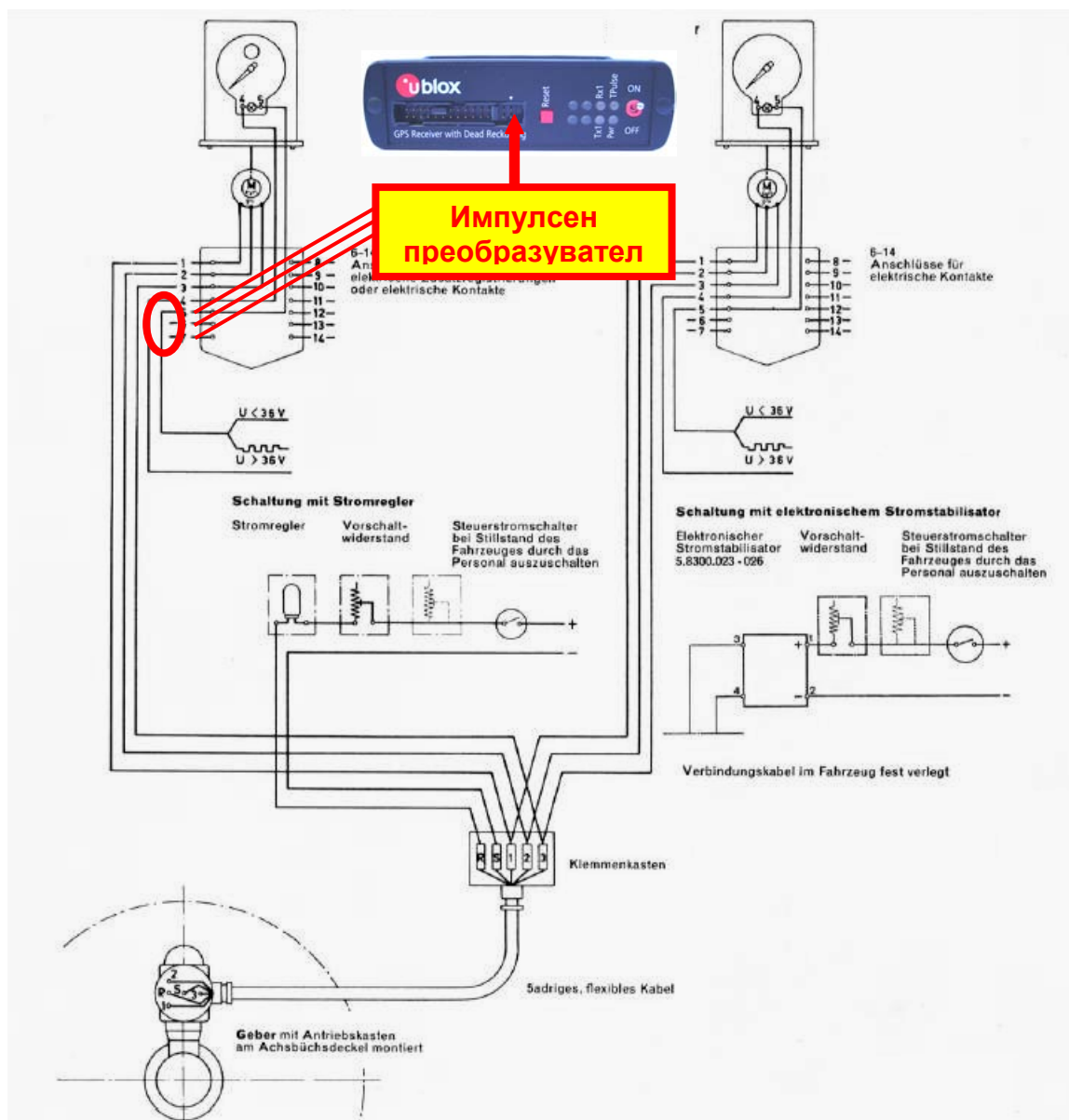
- При скоростомери, използващи ел. сигнал от тахогенератори;
- При електронни системи за регистриране на скоростта.

4. Използване на сигнал от скоростомерите Hasler RT9/A16, RT12/A28 и RT13/A29.

Тези скоростомери са монтирани на по-старите тягови железопътни състави и се състоят от регистриращ тахограф (който може да бъде със записващо устройство и без такова) и тахогенератор, задвижван от една от колоосите.

Разликата между различните модели е наличието на допълнителни регистриращи и управляващи контакти, които се използват от локомотивните осигурителни инсталации (АИС), контрол и управление на някои от системите за управление и спирачни съоръжения.

Сигналят от тахогенератора е най-подходящ за използване чрез честотен преобразувател, като коригиращ за GPS приемника АЕК-4R. На фиг. 2 показана схемата за свързване на GPS приемника, за получаване на сигнал от тахогенератора на скоростомера[7].



Фиг. 2. Свързване на GPS приемника АЕК-4R към скоростомер RT9/A16

5. Използване на сигнал за скорост от електронни системи

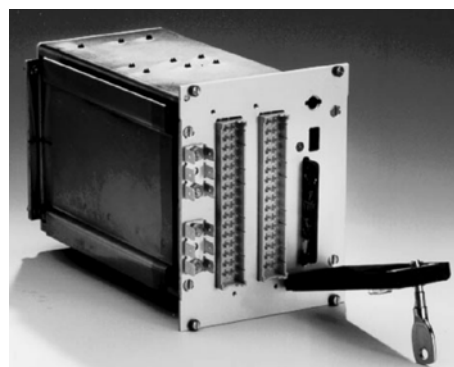
На доставяните през последните години локомотиви и моторни влакове, сигналите за скоростта са вече в цифров вид. Те се обработват от електронни модули и се използват директно от бордовите компютри. Като пример е разгледана системата за получаване на сигнал за скоростта при локомотивите и моторните влакове Desiro на Siemens[8].

На фиг. 3. е показан датчика за честотата на въртене на колооста, а на фиг. 4 - електронният модул Deuta KWR6.

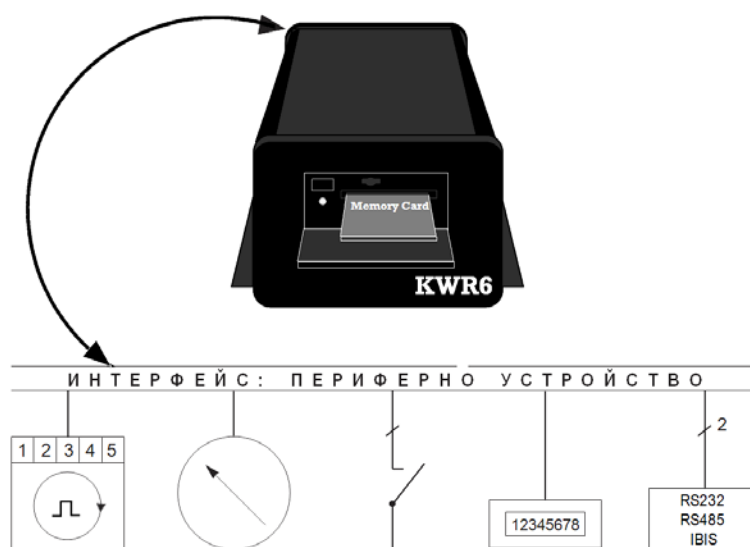
Датчика за честотата на въртене на колооста е монтиран на първа колоос и подава към електронния модул прекъснат електрически сигнал – DC 5 V. То ѝ се получава чрез обтронни елементи и диск с 90 бр. радиални отвора, задвижван от колооста. По този начин за едно завъртане на колооста, към електронния модул се подава сигнал с 90 прекъсвания. Този сигнал се обработва и се подават импулси към интерфейса на бордовия компютър (фиг. 5.). Към електронния модул Deuta KWR6 е предвидена възможност за записване на получаваните сигнали върху преносима памет (Memory card).



Фиг. 3. Датчик за честотата на въртене на колооста



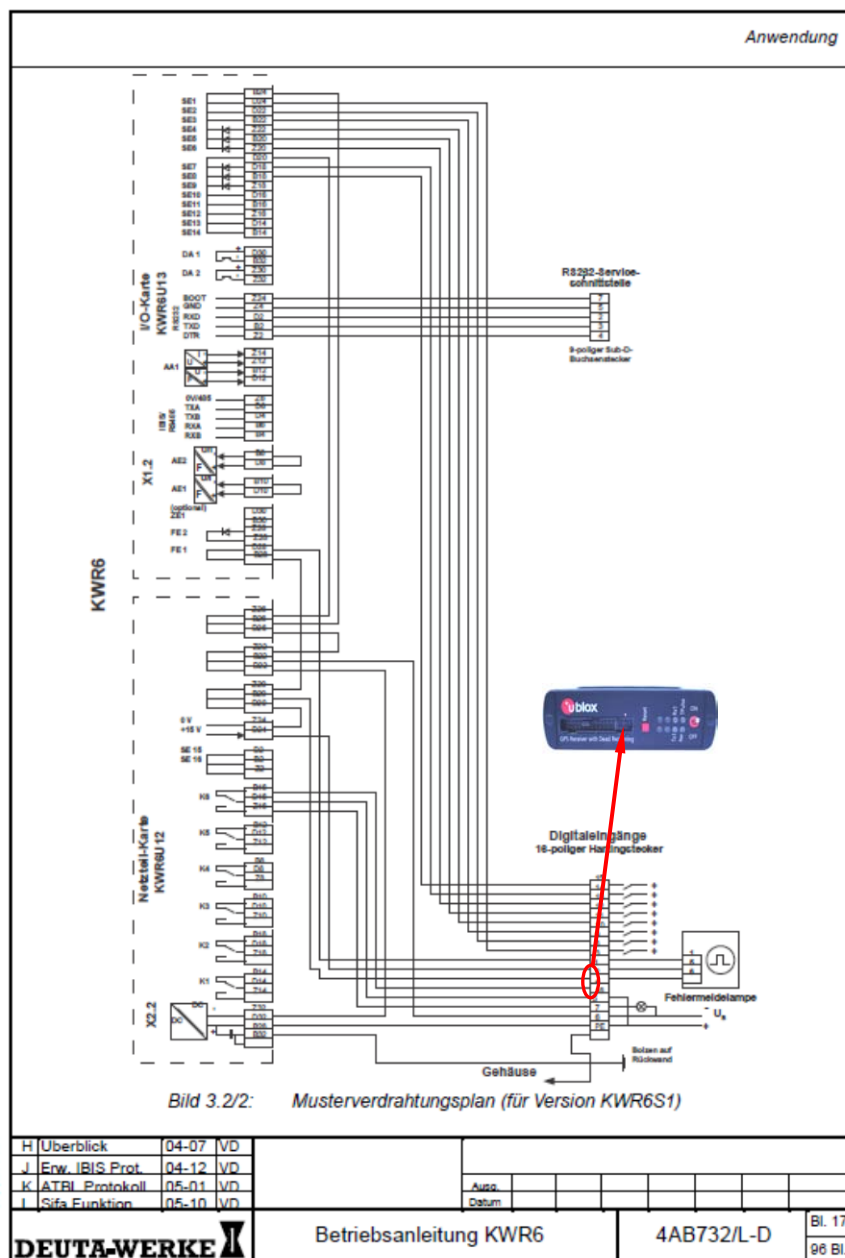
Фиг. 4. Електронен модул за обработка на сигнали Deuta KWR6



Фиг. 5. Сигнали от електронния модул изпращан към интерфейса на бордовия компютър

От горното е видно, че сигналът, получаван от датчика, монтиран върху колооста е подходящ за използване от GPS приемника АЕК-4R. Вида на сигнала не налага допълнителна обработка, а само тарирание на GPS приемника, каквато възможност е осигурена, чрез софтуера, предлаган към него.

Свързването на GPS приемника АЕК-4R към модула Deuta KWR6 е показано на фиг. 6.[8]



Фиг. 6. Свързване на GPS приемника AEK-4R към модула Deuta KWR6

6. Заключение

Сателитните системи за навигация и позициониране имат голямо бъдеще в железопътния транспорт. Възможните грешки, които оказват влияние върху измерванията и понижават точността при определяне координатите на транспортните средства, са следствие на различни фактори. Въздействието на тези фактори може да се намали чрез използване на GPS приемници от ново поколение. Надеждното определяне на координатите на обекта при провеждане на различни експерименти може да се извърши чрез подаване на коригиращи сигнали. Използването на подходящи технически решения за свързване GPS приемника към регистриращите прибори на тяговия подвижен състав подобрява точността на позициониране. Това от своя страна позволява провеждането на различни експерименти и изпитания в експлоатационни условия.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1.] Стоянов, В., Кръстев О., Анализ на точността на GPS система, използвана при изпитания в железопътния транспорт, ВТУ „Т. Каблешков”, Научна конференция „Техника и строителни технологии в транспорта”, с. Равда, 19-20 септември 2012 г..
- [2.] Кръстев, О., Христов Т., Чамурлийска Н., Перспективи за използване на високи технологии в системите, осигуряващи безопасността на движение на влаковете, ТУ-София, Международна научна конференция по "Авиационна, автомобилна и железопътна техника и технологии" БулТранс 2010.
- [3.] Кръстев, О., Чамурлийска Н., Христов Т., Изследване на възможностите за използване на приемници за спътникова навигация в тягов релсов подвижен състав, ТУ-София, Международна научна конференция по "Авиационна, автомобилна и железопътна техника и технологии" БулТранс 2010.
- [4.] Кръстев, О., Василев Б., Използване на навигационната система EGNOS в железопътния транспорт, ТУ-София, Международна научна конференция по "Авиационна, автомобилна и железопътна техника и технологии" БулТранс 2010.
- [5.] Райкова Зл., Видове грешки при GPS измерване и тяхното тълкуване, сп. „Геомедиа”, бр.3, 2010 г.
<http://www.geomedia.bg/index.php/article:416?PHPSESSID=78c499c6519e6131eeebb34871755d60>
- [6.] Документация на фирма U-Blox.
- [7.] Фирмена документация на HASLER.
- [8.] Фирмена документация на SIEMENS.