

## **СОФТУЕРНО ОПТИМИЗИРАНЕ НА ТОЧНОСТТА НА СИСТЕМИ ЗА ПОЗИЦИОНИРАНЕ В РЕЖИМ НА РЕАЛНО ВРЕМЕ**

*Емилия Димитрова, Светлин Стефанов*

[edimitrova@bitex.bg](mailto:edimitrova@bitex.bg) [Svetlin.b@abv.bg](mailto:Svetlin.b@abv.bg)

*Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”  
гр. София, ул. „Гео Милев” 158  
РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ*

**Ключови думи:** *навигационни системи, позициониране, софтуерна оптимизация*

**Резюме:** *Системите за позициониране в режим на реално време намират все по-широко приложение в различни области на икономиката. Тяхното развитие в последните години търпи значителен растеж и необходимостта от по-точна и прецизна апаратура се увеличава. Навигационните инструменти стават все по-широко разпространени поради развитието на съвременни измервателни и изчислителни технологии и информационни измервателни системи. В настоящия доклад са разгледани възможностите за оптимизиране и повишаване на точността при позициониране с помощта на софтуерна оптимизация. Използвани са данни от един приемник, които са обработени с помощта на програмния продукт Matlab по различни изчислителни процедури. Разработен е алгоритъм на изчисляване на радиуса на кръга, който обхваща 50 % от отчетите и е свързан с точността на измерването. Резултатите са обработени и анализирани и са посочени предимствата и сферите на приложение на предложения метод. Точността нараства при изчисления с използването на по-голям брой отчети, както и чрез прибавянето към тях на стойности от предишни изчисления. При определяне на алгоритъма за всеки конкретен обект трябва да се вземе под внимание неговата скорост на движение.*

### **ВЪВЕДЕНИЕ**

GPS устройствата се използват все по-често за ориентация и бърз достъп до желаната дестинация [1, 2, 5]. Сателитната система за позициониране се използва за синхронизация и координиране с универсално време (UTC) – стандартът за време, използван в целия свят – с точност до наносекунда [6]. От това време и синхронизиране зависят много от земните инфраструктури. Например, телекомуникационните мрежи разчитат на GPS часовници, за да поддържат синхронизирани клетките си, така че между тях може да се осъществява разговор. Сриването на GPS системата ще означава да не могат да се използват мобилните телефони. Много електропреносни мрежи използват часовниците в оборудването си, които фино регулират текущия поток в претоварените мрежи. Това означава, че сривът на GPS би довел до прекъсвания на електрозахранването [6]. В специален доклад на британското правителство се посочва, че загубите от едно подобно спиране ще струват на индустрията на Острова около 1

милиард долара на ден само в първата седмица. Ако то продължи по-дълго, ще бъде застрашено съществуването на цели компании и сектори.

В днешно време едва ли има човек, който може да посочи с точност всички възможни заплахи, свързани с функционирането на мрежата за глобално позициониране, както и тяхното финансово измерение [5].

За повишаване на точността на позициониране се използват различни методи, като всеки от тях се характеризира с различен брой компоненти, необходими за неговата реализация. Методите могат да се обособят в две групи. Първата е свързана с използването на навигационни приемници, които могат да работят със сигнали от различни глобални навигационни системи. Втората група методи включва и използване на диференциални корекции с данни от допълнителни сензори. В доклада са разгледани възможностите за повишаване на точността при позициониране с помощта на софтуерна оптимизация, без допълнителни сензори. Използвани са данни от един приемник, които са обработени с помощта на програмния продукт Matlab по различни изчислителни процедури. Внедряването в приемника на предложения програмен продукт като приложение няма да понижи бързодействието на системата за позициониране и същевременно ще повиши нейното качество.

## **АНАЛИЗ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ**

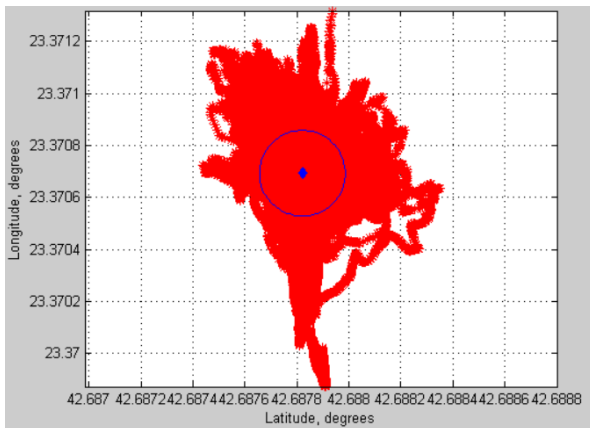
Данните от изследвания приемник са записвани в продължение на двадесет и четири часа и за запазени на преносима карта памет. С помощта на програмни продукти Matlab и Excel са обработени, като са разделени по отчети. След написване на програми в средата на Matlab данните са систематизирани и се изчисляват стойности по съответен алгоритъм [3, 4].

Приемникът работи с честота 1 Hz и на всяка секунда записва по един отчет от географското местоположение. Има приемници, които работят на по-високи честоти, от порядъка на 10 Hz, дори в някои са заложили като опция и могат да се избират от менюто на самия приемник. Приема се, че има 10 отчета в секунда, които са с различни стойности поради редица грешки, влияещи върху разпространението на сигнала. Намира се средноаритметичната стойност на тези отчети и тя се използва като информация за позициониране. Изчислението се извършва за части от секундата, което не се отразява върху работата на приемника. В крайна сметка се получава резултат, както при използване на приемник с честота 1 Hz. С използване на средноаритметичната стойност се анулира част от натрупаната грешка и се повишава точността на приемника.

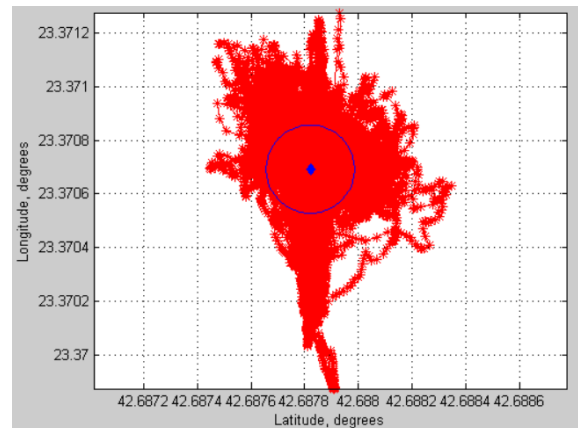
Направени са няколко изчисления, като са взети различен брой отчети за изчисляване на средноаритметичната стойност, като по този начин се променя и точността. На базата на тези изследвания са извършени изчисления, в които се включва и средноаритметичната стойност от предходната калкулация с цел повишаване на точността.

На фиг. 1 е показана графиката на изчислената точност без никакви корекции. При нея радиусът на описаната окръжност обхваща 50 % от отчетените стойности и неговата размерност е приблизително 18,3549 m.

При изчисляване на средноаритметичната стойност с използване на пет отчета разликата с основната фигура е незначителна, но радиусът на кръга, който обхваща 50 % от отчетите, се намалява и неговата стойност е 18,3134 m. Разликата не е голяма, но диаметърът се намалява с разликата, умножена по две. Забелязва се разреждане на отчетите, които са далеч от окръжността и които са основната част от грешката (Фиг. 2).

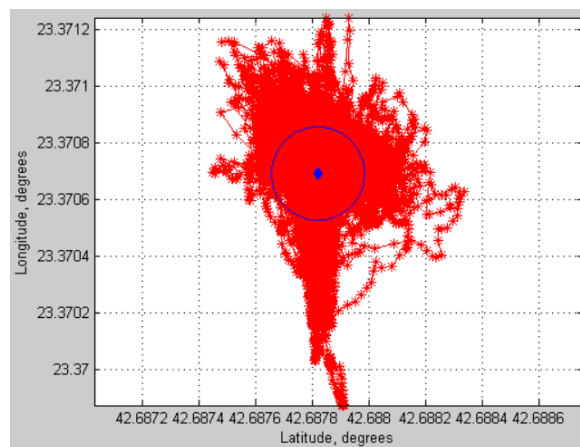


**Фиг. 1. Изчислена точност без корекции**



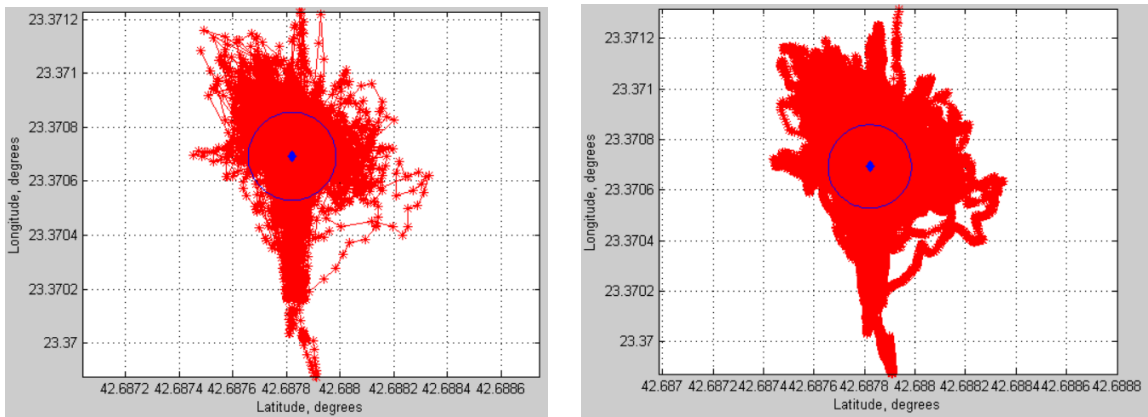
**Фиг. 2. Изчислена точност при средноаритметична стойност с използване на 5 отчета**

На фиг. 3 са използвани 10 отчета за намиране на средноаритметичната стойност и съответно радиусът на кръга е приблизително 18,3116 m. Ясно се вижда, че отчетените стойности, които са далеч от изчислената средна стойност, значително намаляват. Фигурата започва да придобива много по-крупна визия и отчетените грешни стойности да влияят по-малко на точността.



**Фиг. 3. Изчислена точност при средноаритметичната стойност с използване на 10 отчета**

На фиг. 4 са използвани 20 отчета и ясно се вижда разликата от основната графика. Забелязва се липсата на отчетените стойности, които са в страни и които се дължат на грешки, натрупани при разпространението на сигнала. Радиусът на окръжността намалява и вече неговата стойност е приблизително 18,2335 m. Той намалява с над 12 cm, което означава, че диаметърът вече е по-малък с близо 25 cm.

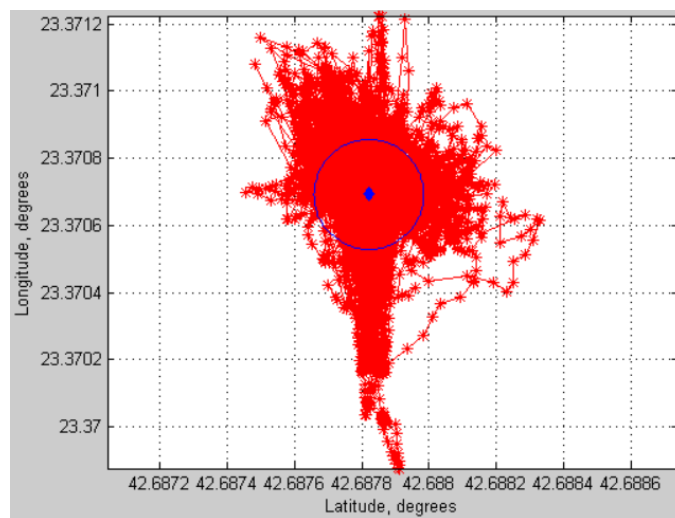


**Фиг. 4. Изчислена точност при средноаритметичната стойност с използване на 20 отчета и сравнение с точността без корекции**

Беше направено изчисление с използването на 5 отчета, като към тях е прибавена и стойността от предишното изчисление. Резултатът е повече от задоволителен, дори изненадващ, защото радиусът на окръжността е 18,2955 m - няколко сантиметра по-висока точност дори от изчислението, при което се използват десет отчетени стойности. Тази стойност е доста близка дори до изчислението с използване на 20 отчетени стойности.

Следващото изчисление беше направено при намиране на средноаритметичната стойност с използване на 10 отчета, но с включване и на средната стойност от предишното изчисление. Така точността се повиши минимално и стойността на радиуса стана приблизително 18,2858 m.

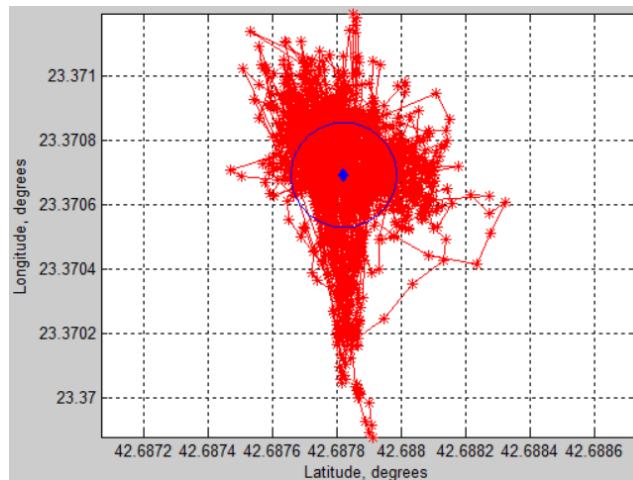
На фиг. 5 е показана графиката от изчислението на средноаритметичната стойност от 20 отчета, като към тях е прибавена и средноаритметичната стойност от предишното изчисление. Радиусът е приблизително 18,1957 m. Това са само няколко сантиметра по-добра точност от случая, при който не се използва предишната отчетена стойност (Фиг. 4).



**Фиг. 5. Изчислена точност при средноаритметичната стойност с използване на 20 отчета и прибавяне на стойността от предишното изчисление**

Бяха направени и изчисления с използването на по-голям брой отчетени стойности, за да може да се направи равноразчетка и последващи изводи. При тези изчисления бяха използвани 50 стойности и изчисленият радиус беше със стойност

18,1451 м. (Фиг. 6). При същото изчисление, но с добавяне на предишната изчислена стойност, радиусът намалява до 18,1099 м. Тези стойности ясно и отчетливо показват, че точността продължава да се повишава.



**Фиг. 6. Изчислена точност при средноаритметичната стойност с използване на 50 отчета**

## ИЗВОДИ

От проведените изследвания и анализ на получените резултати може да се направи извод, че е възможно повишаване на точността на приемниците само чрез допълнителна софтуерна обработка на информацията. Внедряването в приемника на съответния програмен продукт като приложение за изчисляване на средноаритметични стойности по разработения алгоритъм няма да понижи бързодействието на системата за позициониране и същевременно ще повиши точността при определяне на местоположението.

Получените резултати са с добри показатели (особено тези, които използват предходната изчислена стойност) за приложение при бавно движещи се обекти. Използването им при бързо движещи се обекти може да доведе до увеличаване на грешката при определени условия.

## ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Исаев А., Современные методы определения положения и ориентации объектов различного назначения. Санкт-Петербург, 2016
- [2] Вакуленко С., П. Егоров, Внедрение навигационных систем в организацию перевозочного процесса, Москва – 2011
- [3] Димитров В., Методология за изследване на сензори, специфични за съвременни електрически транспортни средства, н. сп. “Механика, Транспорт, Комуникации”, ст. № 0933, т. 12, бр. 1/2014
- [4] Димитров В., Изследване на сензори, специфични за съвременните електрически транспортни средства, н. сп. “Механика, Транспорт, Комуникации”, ст. № 1012, т.12, бр. 3/2, 2014
- [5] <https://profit.bg/svetat/kakvo-shte-stane-ako-gps-mrezhata-spre-da-funktsionira/>
- [6] <https://technews.bg/article-124423.html>

# SOFTWARE OPTIMIZATION OF THE ACCURACY OF REAL-TIME POSITIONING SYSTEMS

**Emiliya Dimitrova, Svetlin Stefanov**

***Todor Kableshkov University of Transport  
Sofia, 158 Geo Milev Str.  
THE REPUBLIC OF BULGARIA***

***Keywords:*** navigation systems, positioning, software optimization

***Abstract:*** Real-time positioning systems are increasingly used in various areas of the economy. Their development in recent years has experienced significant growth and the need for more accurate and precise equipment is increasing. Navigation instruments are becoming more widespread due to the development of contemporary measuring and computing technologies and information measuring systems. This report discusses the possibilities for optimizing and increasing positioning accuracy with the help of software optimization. Data from one receiver has been used, which has been processed using the Matlab software product according to different calculation procedures. An algorithm for calculating the radius of the circle, which covers 50% of the reports and is related to the accuracy of the measurement, has been developed. The results are processed and analyzed and the advantages and areas of application of the proposed method are indicated. Accuracy increases in calculations with the use of a larger number of reports, as well as by adding to them values from previous calculations. When determining the algorithm for each specific object, its speed must be taken into account.