

ИЗПОЛЗВАНЕ НА КОНВЕНЦИОНАЛНИ GPS УСТРОЙСТВА ЗА ПРОСЛЕДЯВАНЕ НА ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКИ РАКЕТИ

Калин Крумов^{1,2}, Христофор Скандалиев²

¹Химикотехнологичен и металургичен университет – София

²Клуб за аерокосмически технологии “Зодиак” – Кюстендил
e-mail: kalin_krumov@mail.bg; fori2ivanov@yahoo.com

Ключови думи: Изследователски ракети, конвенционални GPS устройства

Резюме: Проведено е изследване на възможностите за полетно проследяване на траекторията и наземно локализиране на вече приземили се експериментални изследователски ракети посредством конвенционални GPS устройства, които принципно се използват за управление на автопаркове. Направени са наземни и височинни предстартови тествания на системите, последвани от ракетни изстрелвания за събиране на реална полетна информация и локализиране на ракетните компоненти. Анализирани са предимствата и недостатъците на проследяващите системи и са дадени препоръки за тяхната употреба.

USING OF CONVENTIONAL GPS DEVICES FOR TRACKING OF EXPERIMENTAL SOUNDING ROCKETS

Kalin Krumov^{1,2}, Hristofor Skandaliev²

¹University of Chemical Technology and Metallurgy – Sofia

²Club for aerospace technology “Zodiac” – Kyustendil
e-mail: kalin_krumov@mail.bg; fori2ivanov@yahoo.com

Keywords: Sounding rockets, conventional GPS devices

Abstract: An investigation of the possibilities of flight trajectory tracking and localisation of landed experimental sounding rockets through conventional GPS devices used for fleet management and road vehicles tracking is performed. Ground and altitude pre-testings of the systems were done followed by rocket launches to collect real flight data and to localize the rocket components. The advantages and disadvantages of the tracking systems were analyzed and some recommendations for their use were formulated.

Въведение

Изследователските ракети /Sounding rockets/ се използват за събиране на данни чрез полети в суборбиталното пространство, където метеорологичните балони не могат да достигнат – предимно в зоната 40-200 км над морското равнище. От техните полети се получава своевременна информация за атмосферно замърсяване, природни бедствия, климатични промени, УВ радиация, и много други данни често свързани с усъвършенстване системите на самите ракети. Изследователските ракети са сериозен инструмент за обучение и научна дейност, даващ уникални възможности за експерименти във всички области на науката [1].

Един от важните проблеми, свързани с техните полети, е проследяване траекторията в реално време и последващо локализиране на приземилите се компоненти. За целта, в практиката все повече се налагат бордови GPS устройства, които записват, или телеметрично предават данни по време на полет и много точно определят местоположението на ракетата.

По света са разработени специализирани високоточни системи от подобен тип, но масовото им използване е ограничено от високата цена и някои специфични рестрикции, свързани с тяхната употреба [2]. Като алтернативен начин за тракиране на ракети бе изпитан

метод за използване на стандартни GPS устройства, предназначени за управление на автопаркове и следене на пътно-транспортни средства, масово използвани в бита и със значително по-ниска цена.

Същност на изследването

Разгледано е изпитанието на три вида GPS устройства за събиране на полетни данни и локализиране на приземили се експериментални ракети, проведено от Клуб за Аеро Космически Технологии „ЗОДИАК“ в гр.Кюстендил. Дейността на клуба е свързана с изучаване и охарактеризиране на любителски ракетни системи, които да се използват за граждански и научно-приложни цели [3]. Разглежданите три устройства за GPS проследяване /тракери/ са показани на следните три фигури:



Фиг. 1. GPS тракер ATRACK- AT1, произведен в Тайван



Фиг. 2. GPS тракер ATRACK- AT5, произведен в Тайван



Фиг. 3. GPS тракер FM1100, произведен в Литва от фирма Teltonika

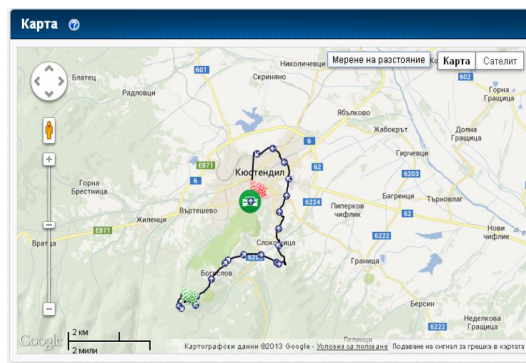
Хардуера и софтуерното осигуряване за изследването са предоставени от фирма „Локатор БГ“ ООД, София [4].

1. Наземни проби:

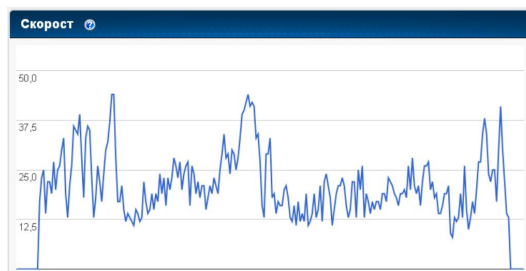
Първоначално бе направено наземно тестване, последователно на трите тракери, чрез стандартен монтаж в автомобил, както и с велосипед, и ходене пеш, за събиране на данни при движението – траектория, скорост и надморска височина. Локализирането на движещия се обект в реално време става чрез web базирана система, предлагана от доставчика на услугите, който ползва телеметрия за събиране на данни и ги предоставя в заключен вид на акаунта на ползвателя. По този начин достъпът до информацията е възможен от всяка точка, с достъп до Интернет и по всяко време на денонощието [4].

2. Полети с парапланери:

След наземните проби бяха осъществени последващи успешни опити за събиране на полетна информация с помощта на тракерите, качени на парапланери, като междинен етап, преди същинското изследване в реални ракетни полети. Получените данни са много близки до тези, записани при наземните тестове:



Фиг. 4. Траектория на полета на парапланер, записана от GPS тракер Atrack AT-1



Фиг. 5. Изменение на скоростта на летене на парапланер - GPS тракер Atrack AT-1

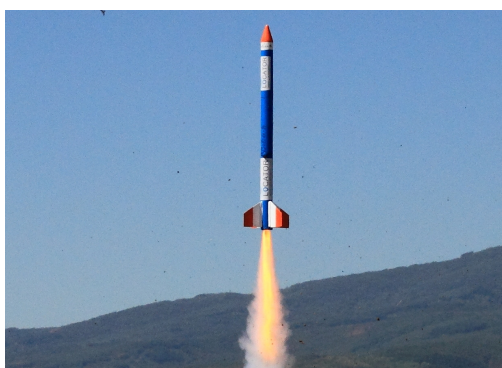


Фиг. 6. Запис на отчетената надморска височина в полет на парапланер - GPS тракер Atrack AT-1

От графиките е видно, че записите от полетите на парапланер дават много добра картина на измерваните параметри и добра визуализация за траекторията. При различните полети бяха експериментирани няколко вида ориентация на GPS антените на тракерите спрямо земната повърхност с цел да се определи доколко това се отразява върху точността на получените данни.

3.Ракетни полети:

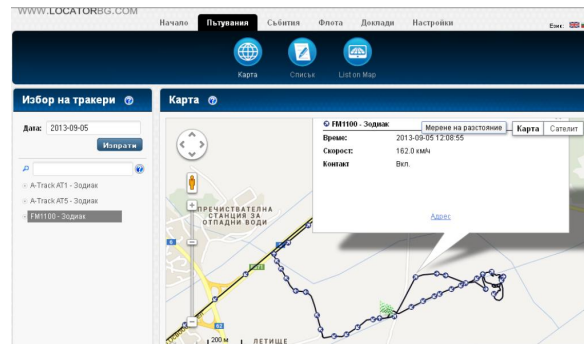
На 05.09.2013г. бе осъществен първият тестов полет с експериментална ракета "BOLIDE-14" с монтирани трите вида GPS тракери на борда, както и специализиран бордови компютър G-Wiz HCX-50 за запис на полетните параметри и управление на спасителната система [5]. Поставянето на три различни тракери в ракетата бе умишлено направено, за да се направи сравнение в показанията им.



Фиг. 7. Старт на ракетата BOLIDE-14 с трите GPS тракери на борда

Предварителните софтуерни симулации на полета [6] предвиждаха полет с височина в рамките на 1300-1400м над стартовата точка, която е с надморска височина 530м. Траекторията на ракетния полет бе проследена посредством системата за GPS тракиране през Интернет на екрана на преносим компютър, разположен на стартовата позиция. Придвижването на маркерите за тракерите в реално време съвпаднаше с визуалното проследяване на летищата ракета, снабдена с димен трасер. Приземяването бе в източна посока с отчетена дистанция от старта до точката на кацане 800м.

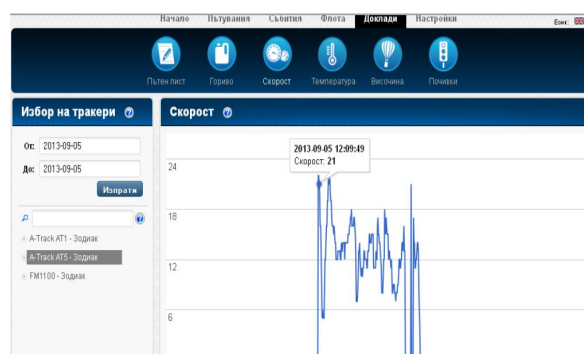
Прегледът на параметрите, предадени от трите GPS прибори, показва много точно определена траектория на полета, но значително разминаване в данните за скорост и надморска височина, както помежду им, така и спрямо тези от бордовия компютър.



Фиг. 8. Траектория на полета от тракер FM-1100



Фиг. 9. Изменение в скоростта на ракетата според FM1100

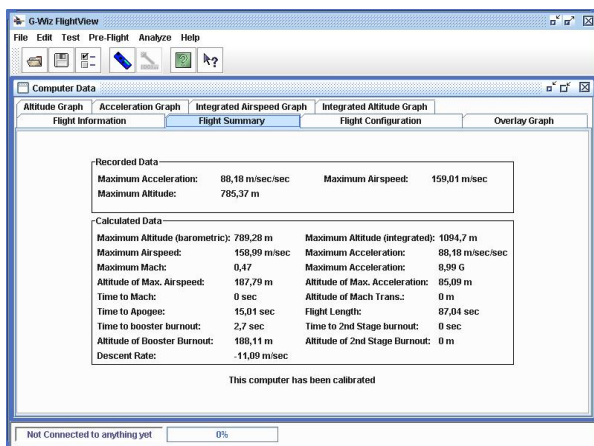


Фиг. 10. Скорост на ракетата според AT-5

На 29.09.2013г. бе осъществен нов полет с експериментална ракета “GRP” и два от тракерите, монтирани в нея – FM1100 и AT-1. Полетът бе по балистична траектория и приземяването на ракетата беше нормално. Тя бе намерена веднага на 1250м. от старта в североизточна посока, благодарение на GPS системата. За разлика от точно показаната траектория, записите за скорост и надморска височина отново съществено се различаваха от тези на специализирания бордови компютър на ракетния модел.



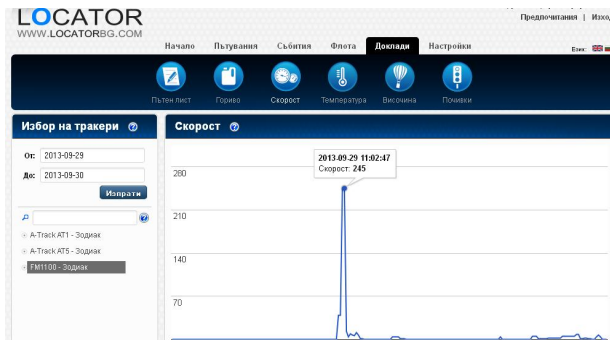
Фиг. 11. Експерименталната ракета “GRP” в момент на излитане



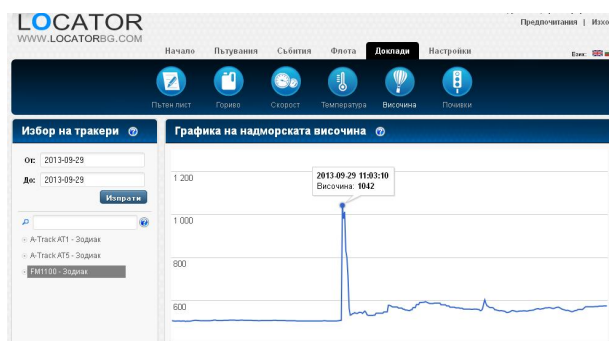
Фиг. 12. Обобщена информация, записана от бордовия компютър на ракетата “GRP”



Фиг. 13. Точки на излитане и приземяване на ракетата “GRP” и маркери на тракерите



Фиг. 14. Графика за скоростта на ракетата “GRP” от записа на FM1100



Фиг. 15. Височина, достигната от ракетата "GRP", според тракер FM1100

При следващи полетни тестове с ракети „ОСОГОВО“ и „ЗЛАТКА“ бяха събрани достатъчно нови данни, които допълниха наблюденията от представянето на тракерите. Изясниха се повечето въпроси, свързани с неправилното отчитане на скоростта и надморската височина.

Заклучение

1. На тестове бяха подложени три различни модели GPS тракери, които показаха добра работоспособност и стабилна работа в различни условия, включително ускорения до 15 пъти надвишаващи земното.
2. За локализиране на експериментални ракети по време на полет и след приземяване могат да се използват успешно и трите изпитвани устройства, като точността на отчитане е напълно задоволителна – между 10 и 20 метра.
3. Данните за скорост и надморска височина при ракетни полети не са достатъчно достоверни и не винаги имат практическо приложение. Това е лесно обяснимо, предвид истинското предназначение на тракерите.
4. Ориентацията на самите устройства и техните антени в интериора на ракетите не оказва съществено влияние за локализирането на обектите, но играе изключително важна роля при отчитане на надморската височина и скоростта на движение.
5. Изисква се добре оразмерено и механически стабилно закрепено бордово токозахранване, съобразено с техническите спецификации на моделите тракери.
6. Габаритните размери на трите прибори позволяват инсталация и използване в изследователски ракетни модели.
7. Препоръчително е, при възможност, разполагане на повече от един тракер на борда за даден ракетен полет с цел да се повиши надеждността на отчитане и издирване.
8. Цената и съответно риска при повреда и изгубване на тези GPS модели е в пъти по-ниска от тази на специализираните ракетни GPS системи, което обуславя възможността за широкото им приложение от любители.

Благодарности:

Ръководството на КАКТ „Зодиак“ благодари на фирма „Локатор БГ“ ООД, гр.София за предоставените GPS устройства и техническа поддръжка, както и на всички свои членове и симпатизанти за оказаното съдействие при извършването на това изследване

Литература:

1. Günther, S. The History of Sounding Rockets and Their Contribution to European Space Research, ESA Publications Division, HSR-38, November 2006
2. Montenbruck, O., M. Markgraf, P. Turner, W. Engler, G. Schmitt. GPS Tracking of Sounding Rockets – A European Perspective, 1-st ESA Workshop on Satellite Navigation User Equipment Technologies NAVITEC '2001, ESTEC Noordwijk, 10-12 Dec. 2001
3. Общество на Българските Експериментатори-Ракетомоделисти, Школа по ракетомоделизъм при ОДК, гр. Кюстендил, Любителска космическа програма „ЗОДИАК“, Кюстендил, 07.11.2011
4. www.LocatorBG.com
5. <http://www.gwiz-partners.com>
6. <http://www.thrustcurve.org/guidepage.jsp>