

НАУЧНО-ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКА РАКЕТА „ОСОГОВО”

Александър Костовски¹, Димитър Моралийски², Томислав Скандалиев³

¹Клуб „Космогон”, Куманово, Македония

²Клуб за Аеро Космически Технологии „Зодиак” - гр.Кюстендил

³Школа по ракетомоделизъм при ОДК, Кюстендил

e-mail: aacccee@abv.bg, zodiac.program@gmail.com

Ключови думи: *Експериментални ракети, космически технологии, мониторинг на околната среда*

Резюме: *Същността на проект „Осогово” е създаване на действащ експериментален ракетен модел с научно-изследователска мисия от група любители – студенти, докторанти и ученици, представители на няколко ракетомоделни клубове от България и Македония.*

“OSSOGOVO” SOUNDING ROCKET

Alexander Kostovski¹, Dimitar Moraliyski², Tomislav Skandaliev³

¹Club „Cosmogon”, Kumanovo, Macedonia

²Club of Aerospace Technologies „Zodiac”, Kyustendil, Bulgaria

³Study group of space modelling, ODK, Kyustendil, Bulgaria

e-mail: aacccee@abv.bg, zodiac.program@gmail.com

Keywords: *Sounding rockets, aerospace technologies, environmental monitoring*

Abstract: *The aim of the "Ossogovo" project is to be created and launched an experimental sounding rocket with specific research mission by a group of enthusiasts - students and PhD students, representatives of several clubs from Bulgaria and Macedonia.*

Въведение

Идеята за използване на експериментални ракети за получаване на информация и контрол на различни параметри на околната среда е широко използвана в световната практика от десетилетия насам. Благодарение на своята ниска цена и големи възможности тези ракети са мощен инструмент за измервания, наблюдение и анализ на процеси, протичащи в суборбиталното пространство. Често, те дават навременна информация за замърсявания, природни бедствия и нежелани въздействия върху природата.

В конкретния случай е използвана любителска изследователска ракета, създадена от международен екип, в която е заложен за изпълнение пакет от задачи, свързани с наблюдение на околната среда, усъвършенстване на бордовите системи и укрепване на сътрудничеството между членовете на работната група.

Цели на проекта

1. Да се изчисли и конструира ракетен модел, който да полети на височина 1500 метра, след което да се приземи безопасно посредством парашутна система. Тази система трябва да осигурява безопасна скорост на снижение на модела не по-висока от 5м/с.
2. Да се подбере подходяща бордова електронна апаратура за измерване параметрите на полета, управление на спасителната система, GPS проследяване, видеозаснемане и запис на данни от външни датчици.

3. Да се направи видеозаснемане от бордовата камера на зоната около площадката за изстрелване (бивше селскостопанско летище) с цел доказване на почвено замърсяване, предизвикано по времето на нормална експлоатация на летището в миналото.

4. Да се проследи траекторията на полета и снижението и да се отчетат посоката и силата на вятъра в местността.

5. Да се анализира и документира получената от полета информация, с цел използването и за последващ контрол, обучение и технологично развитие, както от членовете на този екип, така и от други подобни клубове и заинтересовани организации.

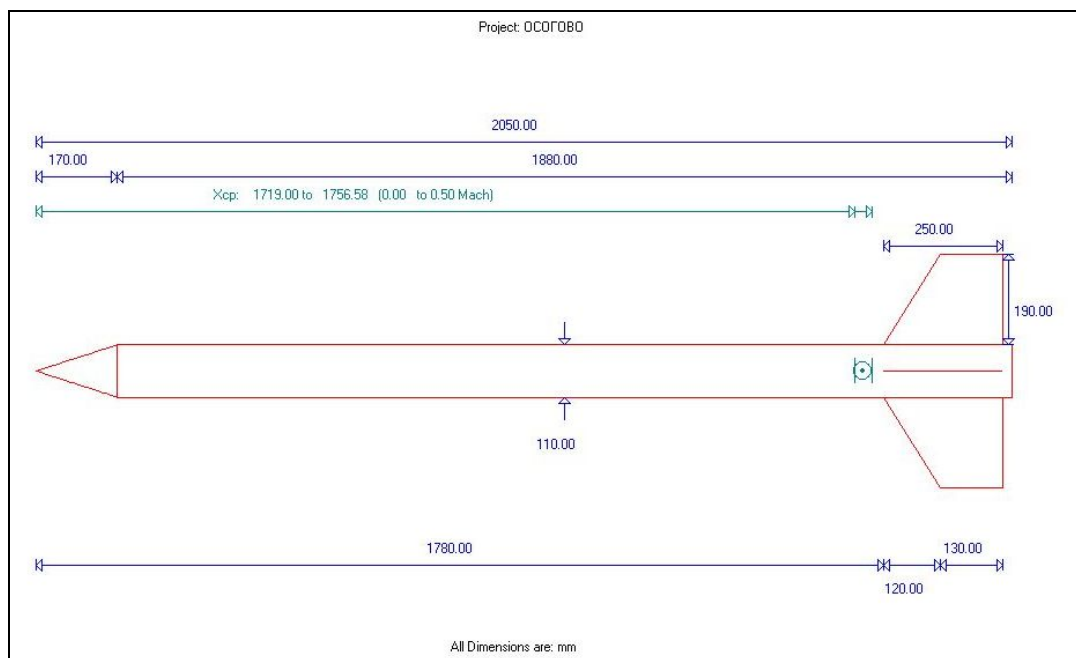
Финансиране и материално-техническо осигуряване

Проектът се осъществява с използване на съществуващи широкодостъпни материали и апаратура, придобита по повод предишни подобни разработки. Консумативите и инструментите са осигурени от спонсори, съмишленици и лични средства на участващите в екипа.

Конструкция на ракетния модел и двигателя

Пресмятанията, подбора на материалите и симулациите на полета са извършени с помощта на широкодостъпни софтуерни програми като SRM, AEROLAB, LAUNCH, SPACECAD, PROPER, споделяни свободно в Интернет от различни аматьорски организации .

На фиг.1 е показан чертеж на ракетата с габаритните размери и местоположението на центъра на въдушно налягане (ЦН), направен с програма AEROLAB.



Фиг. 1. Ракета „ОСОГОВО“, размери в мм

Елементи на конструкцията, подбрани и изчислени, според целите на работното задание:

1. Корпус – уякчена хартиена тръба с диаметър 110мм.
2. Стабилизатори – многослоен шперплат, подсилен със стъклоплат.
3. Носов обтекател – стругован от масивна липова дървесина.
4. Двигател – стоманен корпус, стоманено сопло и стоманена заглушка с предвиден обем за димен трасер. Карамелно гориво на базата на калиев нитрат и Изомалт.
5. Бордова електроника – ракетен компютър G-Wiz HCX-50, GPS тракери – 3 различни модела.
6. Бордова видео камера – модел СК808.
7. Парашут – копринен парашут с диаметър 3m и площ 7m², носещи въжета 12бр.
8. Система за окачване и свързване на елементите при парашутиране, изпълнена с колани за специални натоварвания със сечение 30/4mm.
9. Направляващи ролки – струговани от стомана.
10. Други детайли от вътрешната архитектура на ракетата, направени от дърво и шперплат.

Общи параметри на модела:

Дължина 2050мм.
 Диаметър 110мм.
 Разпереност на стабилизаторите 490мм.
 Товарен отсек с дължина 450мм и диаметър 100мм.
 Стартова маса 15кг.

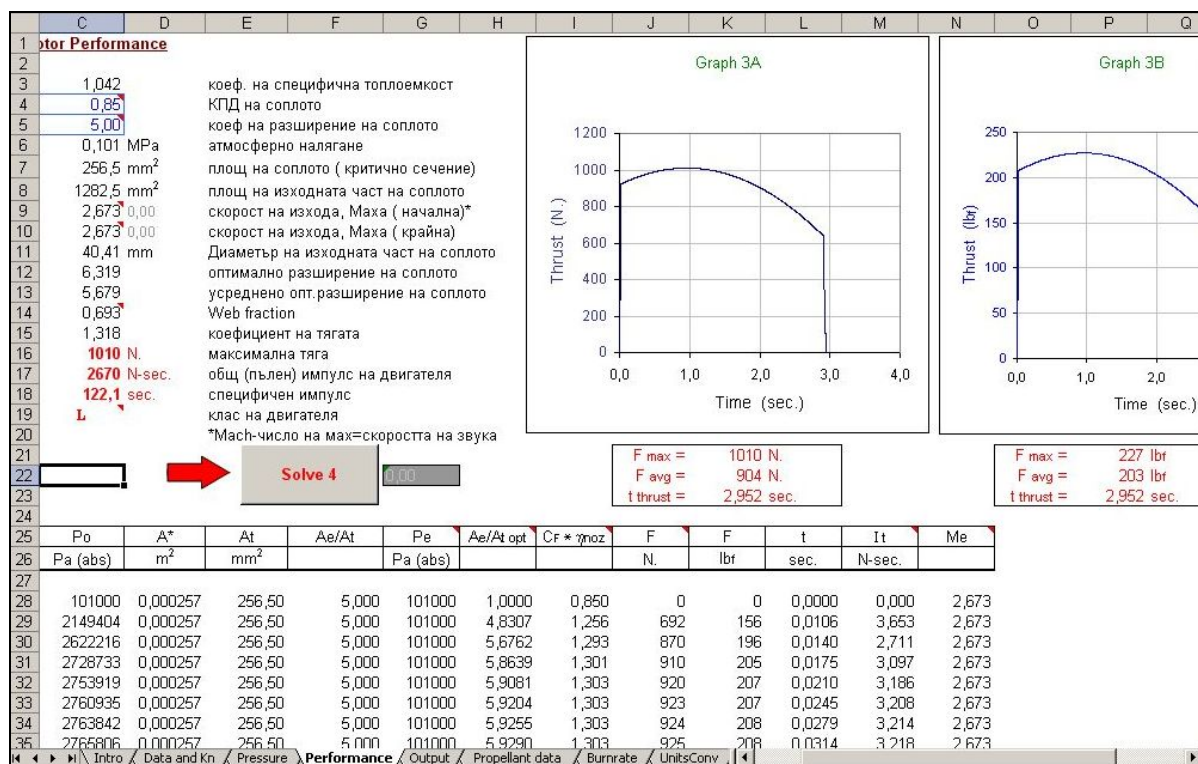
Характеристики на двигателя:

Изчислението на двигателя става с програмата Solid Rocket Motor Design на R.Nakka. Използваното твърдо ракетно гориво е карамелно, състоящо се от следните компоненти:

- 60% калиев нитрат – основен окислител
- 5% натриев нитрат - коокислител
- 30% изомалт – основен горивен елемент и свързващо вещество
- 3% прахообразен магнезий – висококалорийно гориво и стабилизатор на горенето
- 2% пропилен гликол - пластификатор
- +0,3% двужелезен триокис – катализатор

Горивният заряд е пресметнат и изпълнен като моноблок, скрепен с корпуса на двигателя и горящ по вътрешния канал и допълнително направени звездообразно разположени канали в част от дължината му. Тази конфигурация на горящите повърхности предопределя регресивен профил на тягата с максимум при старта.

Запалителен състав – пресована смес от тефлон 40% + магнезий 60%.

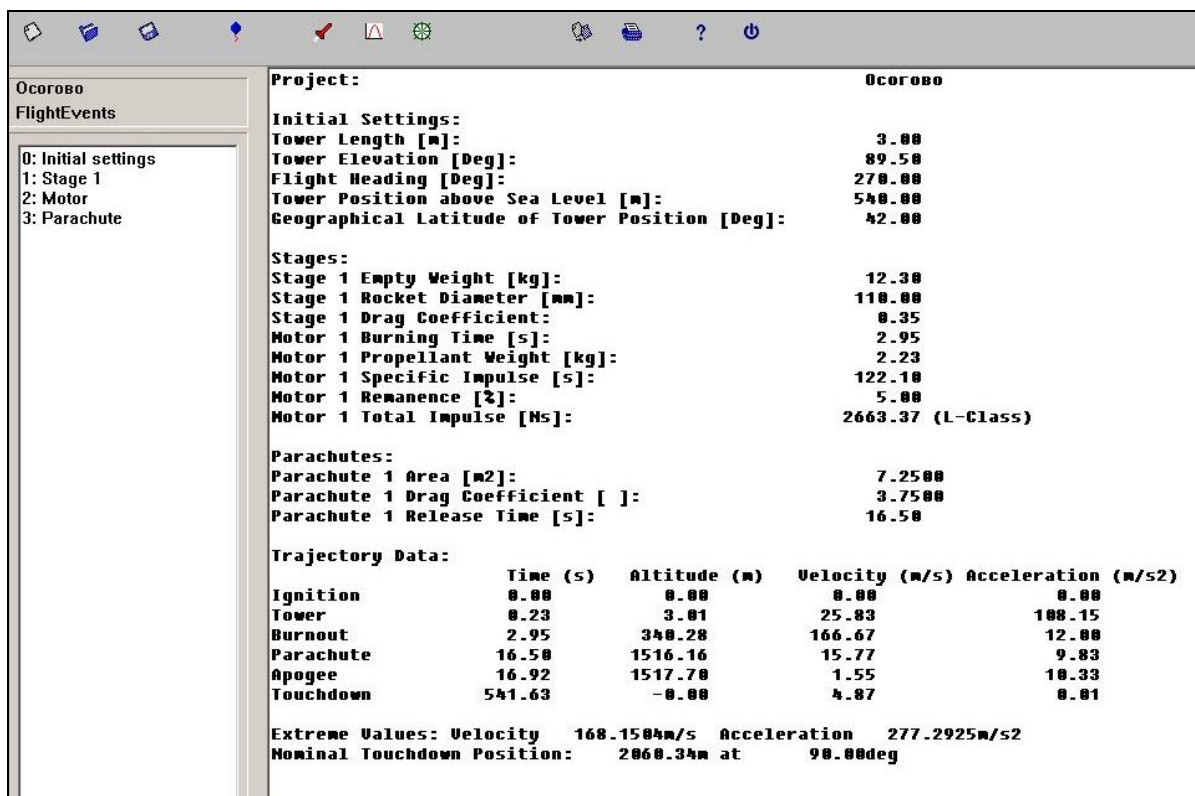


Фиг. 2. Теоретично пресметнати параметри на двигателя

Изчисленият двигател е с пълен импулс от 2670N.s и време на работа 2,95s. Максималната тяга, създавана от него е 1010N, а средната 904N. Според международната класификация двигателят се определя като клас L-900.

Софтуерна симулация на полета:

Посредством програма LAUNCH е направена симулация на полета при така получените параметри за конструкцията на ракетата, нейната маса и характеристиките на двигателя.



```
Project: Осогово

Initial Settings:
Tower Length [m]: 3.00
Tower Elevation [Deg]: 89.50
Flight Heading [Deg]: 270.00
Tower Position above Sea Level [m]: 540.00
Geographical Latitude of Tower Position [Deg]: 42.00

Stages:
Stage 1 Empty Weight [kg]: 12.30
Stage 1 Rocket Diameter [mm]: 110.00
Stage 1 Drag Coefficient: 0.35
Motor 1 Burning Time [s]: 2.95
Motor 1 Propellant Weight [kg]: 2.23
Motor 1 Specific Impulse [s]: 122.10
Motor 1 Remanence [%]: 5.00
Motor 1 Total Impulse [Ns]: 2663.37 (L-Class)

Parachutes:
Parachute 1 Area [m2]: 7.2500
Parachute 1 Drag Coefficient [ ]: 3.7500
Parachute 1 Release Time [s]: 16.50

Trajectory Data:
      Time (s)  Altitude (m)  Velocity (m/s)  Acceleration (m/s2)
Ignition      0.00           0.00           0.00           0.00
Tower         0.23           3.01          25.83          108.15
Burnout       2.95          340.28         166.67          12.00
Parachute     16.50         1516.16         15.77           9.83
Apogee        16.92         1517.70         1.55           18.33
Touchdown     541.63         -0.00           4.87           0.01

Extreme Values: Velocity 168.1504m/s Acceleration 277.2925m/s2
Nominal Touchdown Position: 2060.34m at 98.00deg
```

Фиг. 3. Предвиждания за параметрите на полета от програмата LAUNCH

Изстрелване и полет

Изстрелването на ракета „ОСОГОВО“ е осъществено на 10 ноември 2013г. в 13,00ч. от площадката на бившето селскостопанско летище край гр.Кюстендил. Стартът е мощен, а полетът по права траектория до апогея. След отварянето на парашута, моделът изпълнява свободно снижение в продължение на 8 минути, което завършва с меко приземяване на разстояние 800м от точката на старта, в северна посока.



Сн. 1. Подготовка на модела.

Сн. 2. Момент от старта.

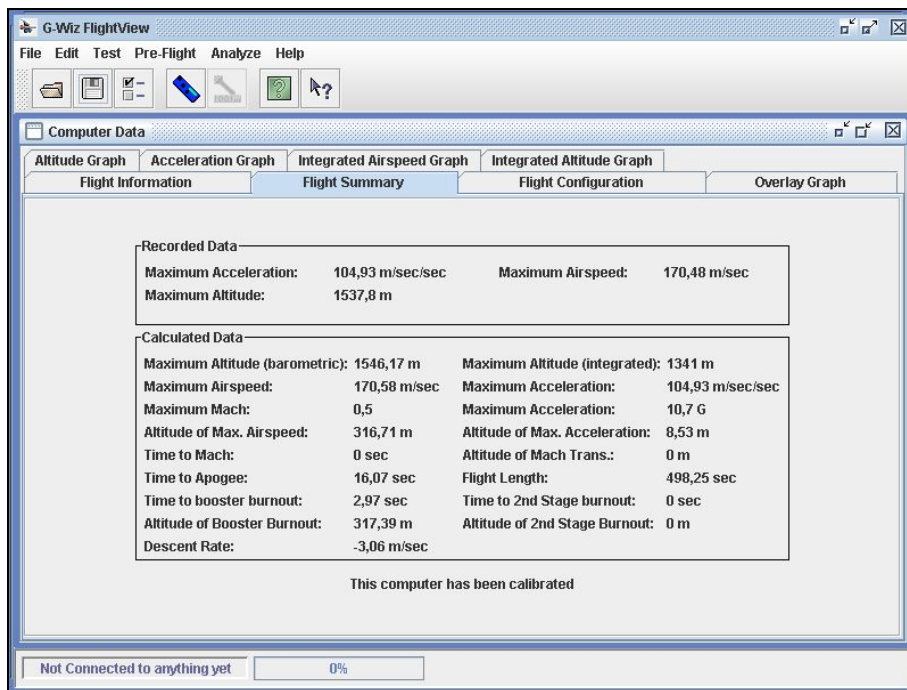
Сн. 3. Приземилата се ракета.

По време на полета движението на модела е проследено в реално време, благодарение на системата за GPS навигация и на базата на тази информация е направено бързо локализиране на мястото на приземяване.

След успешния полет са свалени всички записани данни от бордовата апаратура за подробен анализ и обработка на видеоинформацията.

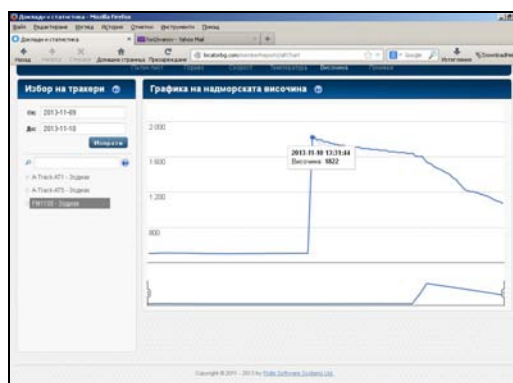
Анализ на получените резултати

- Достигната е височина от 1537м, което е много близко до зададената стойност от 1500м.
- Скоростта на снижение е 3,06м/с, удовлетворяваща заложеното изискване за ограничение от 5м/с.
- Получени и записани са пълни данни за всички наблюдавани параметри на полета от бордовия компютър, които точно съответстват на проектните стойности от симулациите.



Фиг. 4. Обобщена информация за полета, рапортувана от бордовия компютър G-Wiz HCX-50

- GPS системата е отчетла траекторията на целия полет, както и изменението на надморската височина и скоростта на движение по хоризонтала.
- Записаната траектория на полета позволява лесно да се отчете и пресметне посоката и силата на вятъра в местността, която е била със средна стойност 2,6м/с с посока юг-югоизток.



Фиг. 5 и Фиг. 6. Траектория на движението и изменение на надморската височина при ракетния полет

- Бордовият видеозапис е с добро качество и кадрите от него ясно показват местоположението и големината на почвените аномалии в района на площадката. Добре очертани са големи петна, които свидетелстват за някакъв вид почвено замърсяване, непозволяващо развитието на каквато и да било растителност.



Сн. 4 и Сн. 5. Кадри от бордовия видеозапис, показващи почвените аномалии в местността около летището

Заклучение

Успешно приключилият проект „ОСОГОВО“ доказва, че с добра организация и минимални финансови и материални разходи могат да се постигнат ценни научни резултати в областта на аерокосмическите технологии и мониторинга на околната среда. Той се явява уникална за България по своята организация и цели любителска разработка. Работата на екипа е пример за ползотворно трансгранично сътрудничество и предпоставка за изпълнение на още по-значими целенасочени и систематични бъдещи програми.

Благодарности:

Екипът изказва своите благодарности на всички членове от Клуб „Космогон“, КАКТ „Зодиак“, Школата по ракетомоделизъм при ОДК, гр.Кюстендил, Народно читалище „Зора-Кюстендил, Община Кюстендил, фирма „Локатор“, София, както и на своите симпатизанти за участието и помощта при успешното реализиране на настоящия трансграничен проект!

Литература:

1. Я н к о в, А. С., Ракетомоделизъм. ДИ „Техника“, София, 1985
2. М и т р о п о л с к и, В. К., Ръководство по ракетомоделизъм. ДИ „Техника“, София, 1972
3. А в и л о в, М., Модели ракет., ДОССАФ, Москва, 1968
4. К а н а е в, В., Ключ на старт., Молодая гвардия, 1972
5. Р о ж к о в, В. С., Строим летающие модели., „Патриот“, Москва, 1990
6. Sounding rocket program handbook, NASA, 2001
7. M o n t e n b r u c k, O., GPS Tracking of Sounding Rockets., NAVITEC '2001
8. N a k k a, R., website www.nakka-rocketry.net
9. K o e h l e r, C., Sounding Rockets – A Next Step., CSGC, 2006
10. J o s l y n, T. B., Siegenthaler K. E., Student Design, Development and Operation of Sounding Rockets at The United States Air Force Academy., ASEE, 2005