

SES 2025

Twenty-First International Scientific Conference

SPACE, ECOLOGY, SAFETY

21 - 25 October 2025, Sofia, Bulgaria



**SPACE RESEARCH AND
TECHNOLOGY INSTITUTE**

**BULGARIAN
ASTRONAUTICAL SOCIETY**



RAKOVSKI NATIONAL DEFENCE COLLEGE



BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES

Science is a way of thinking much more than it is a body of knowledge!

Carl Sagan (1934–1996)

Науката е нещо повече от натрупани знания. Тя е начин на мислене.

Карл Сейгън (1934–1996)




© Space Research and Technology Institute - Bulgarian Academy of Sciences

p-ISSN 2603 – 3313

e-ISSN 2603 – 3321

2025

ВТОРА МЛАДЕЖКА СЕСИЯ

КЪМ

**ДВАДЕСЕТ И ПЪРВА МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА
КОНФЕРЕНЦИЯ**

**КОСМОС
ЕКОЛОГИЯ
СИГУРНОСТ**

**SPACE
ECOLOGY
SAFETY**

SES 2025

СБОРНИК С ДОКЛАДИ

**21 – 25 октомври 2025 г.
София**

**© Space Research and Technology Institute
Bulgarian Academy of Sciences**

Bulgaria, Sofia 1113, *Acad. G. Bonchev St.*, bl. 1
Phone/fax: (+359 2) 9883503
e-mail: office@space.bas.bg; <http://www.space.bas.bg>

ВТОРА МЛАДЕЖКА СЕСИЯ

КЪМ

ДВАДЕСЕТ И ПЪРВАТА

МЕЖДУНАРОДНА КОНФЕРЕНЦИЯ

„КОСМОС, ЕКОЛОГИЯ, СИГУРНОСТ“

SES 2025

Организационен комитет

Председател: проф. д-тн Гаро Мардиросян	Членове: Проф.д-р Христо Николов Валери Васев
Секретар: ст. учител Вяра Йорданова	Марияна Тончева Аделина Кузева

Научно-програмен комитет

проф. д-тн Гаро Мардиросян
проф. д-р Георги Желев
ст. учител Вяра Йорданова
доц. д-р Николай Долчинков
учител Татяна Димитрова
учител Даниела Димитрова

С ПАРТНЬОРСТВОТО НА:



ПГЕБ ПРОФ. Д-Р АСЕН
ЗЛАТАРОВ - София



**Институт за космически изследвания и технологии
при Българска академия на науките**

**Професионална гимназия по екология и биотехнологии
„Проф. д-р Асен Златаров“, София**

**Национален военен университет „Васил Левски“,
Велико Търново**

Фондация "Еврика"

©Space Research and Technology Institute
Bulgarian Academy of Sciences
Bulgaria, Sofia 1113, Acad. G. Bonchev St., bl. 1
Phone/fax: (+359 2) 9883503, e-mail: office@space.bas.bg; <http://www.space.bas.bg>

С Ъ Д Ъ Р Ж А Н И Е

Васил Азов ЗЕЛЕНАТА СДЕЛКА – СПАСЕНИЕ ИЛИ ЗАДЪЛБОЧАВАНЕ НА КЛИМАТИЧНИТЕ ПРОБЛЕМИ?	8
Виктор Банков ЕНЕРГИЯ В КОСМОСА	13
Богдан Димитров КОСМОСЪТ И КЛИМАТЪТ: РОЛЯ НА САТЕЛИТИТЕ В БОРБАТА С КЛИМАТИЧНИТЕ ПРОМЕНИ	17
Боримир Славов АЕРОКОСМИЧЕСКИ ТЕХНОЛОГИИ В ПОМОЩ НА МЕДИЦИНАТА	28
Виктория Кирилова МИКРОБИОЛОГИЯ В КОСМОСА КАК СЕ ДЪРЖАТ БАКТЕРИИТЕ ИЗВЪН ЗЕМЯТА	34
к-т стар. сержант Георги Богданов DDOS АТАКИ И ТЯХНОТО ВЪЗДЕЙСТВИЕ ВЪРХУ КОСМИЧЕСКАТА ИНФРАСТРУКТУРА И СИГУРНОСТТА	40
Иван Казаков КОСМИЧЕСКО ЗЕМЕДЕРИЕ – ВЪЗМОЖНО ЛИ Е ОТГЛЕЖДАНЕТО НА ХРАНА В КОСМОСА	47
Мария Вацева КОСМИЧЕСКИ ОТПАДЪЦИ – ЗАПЛАХИ И РЕШЕНИЯ ЗА БЪДЕЩЕТО НА ОКОЛОЗЕМНАТА ОРБИТА	51
Динко Динев, Георги Генчев, Денис Енчев МАТЕРИАЛИ И ТЕХНОЛОГИИ ЗА УСТОЙЧИВИ МИСИИ ИЗВЪН ЗЕМЯТА	59
Мирела Илчовска ГРАВИТАЦИЯТА В КОСМОСА: ЕКСПЕРИМЕНТИ В УСЛОВИЯТА НА МИКРОГРАВИТАЦИЯ	63
Ярослав Басков, Николай Иванов, Ая Франк, Иван Колев, Александър Трендафилов, Лев Беленький УЧЕНИЧЕСКИ ПРОЕКТ ЗА СТРАТОСФЕРНА СОНДА «АВРОРА»	70

ЗЕЛЕНАТА СДЕЛКА – СПАСЕНИЕ ИЛИ ЗАДЪЛБОЧАВАНЕ НА КЛИМАТИЧНИТЕ ПРОБЛЕМИ?

Васил Агов

Национален военен университет „Васил Левски“, Велико Търново
e-mail: lusy_t@yahoo.com

Ключови думи: Зелена сделка, спасение задълбочаване на проблема

Резюме: Докладът разглежда Европейската зелена сделка като стратегическа инициатива на ЕС за постигане на климатична неутралност до 2050 г., обединяваща екологични, икономически и социални цели. Авторът подчертава, че макар Зелената сделка да стимулира иновации и устойчив растеж, тя поражда и рискове от икономическо неравенство, екологични щети и социални напрежения. В заключение се изтъква, че успехът ѝ зависи от справедливото ѝ прилагане и баланса между технологичния напредък, социалната стабилност и опазването на природата..

THE GREEN DEAL – SALVATION OR DEEPENING OF CLIMATE PROBLEMS?

Vasil Agov

National Military University "Vasil Levski", Veliko Tarnovo
e-mail: spsbyte@space.bas.bg; lusy_t@yahoo.com

Keywords: Green Deal, salvation, deepening of the problem

Abstract: The report examines the European Green Deal as a strategic initiative of the EU aimed at achieving climate neutrality by 2050, integrating environmental, economic, and social goals. The author emphasizes that although the Green Deal promotes innovation and sustainable growth, it also poses risks of economic inequality, environmental damage, and social tension. The conclusion highlights that its success depends on fair implementation and maintaining a balance between technological progress, social stability, and environmental protection.

Въведение

Европейската зелена сделка се представя като най-амбициозната стратегия на Европейския съюз за постигане на климатична неутралност до 2050 г. Тя обединява редица политики, програми и мерки, насочени към трансформация на енергетиката, индустрията, транспорта и земеделието с цел намаляване на въглеродните емисии и опазване на околната среда. Намеренията зад този проект са не само екологични, но и икономически – да се създаде по-устойчив модел на развитие, който да превърне Европа в световен лидер в зелените технологии. В същото време Зелената сделка поражда множество дискусии и противоречия. От една страна, се очаква тя да доведе до по-чиста околна среда, иновации и нови работни места. От друга – критиците посочват, че високите изисквания и регулации могат да натежат върху индустрията, да намалят конкурентоспособността на европейските производители и да превърнат Европа от двигател на икономическо развитие в консуматор на чужди технологии и ресурси.

Този доклад ще разгледа накратко същността на Зелената сделка, нейните намерения и разновидности, ще очертае основните плюсове и минуси, както и реалната ефективност на проекта. В заключение ще бъде поставен акцент върху въпроса доколко Зелената сделка постига първоначалните си цели и до каква степен се превръща в предизвикателство за икономическата устойчивост и стратегическата независимост на Европа.

1. Какво представлява Европейският зелен пакт?

Европейският зелен пакт е стратегията на ЕС за растеж. Стартиран през 2019 г., той се състои от пакет от политически инициативи, чиято цел е ЕС да поеме по пътя към екологичен преход, като крайната цел е постигане на неутралност по отношение на климата до 2050 г.

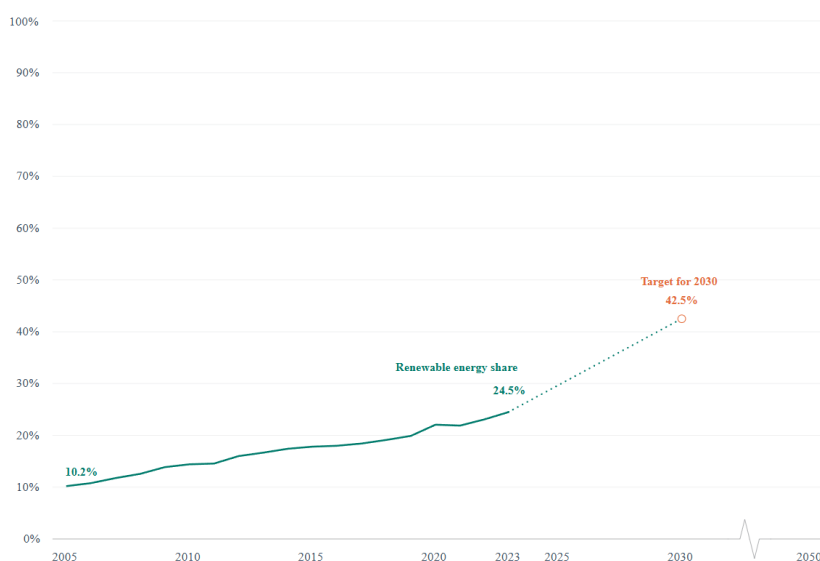
Това е приносът на ЕС към Парижкото споразумение, което ЕС и всички негови държави ратифицираха и с което се постави целта за задържане на глобалното затопляне до максимум + 1,5 °C в сравнение с равнищата от предииндустриалния период.

Зеленият пакт подкрепя превръщането на ЕС в справедливо и благоденстващо общество с модерна и конкурентоспособна икономика.

Той подчертава необходимостта всички области на политиката да допринасят за борбата с изменението на климата. Стратегията подкрепя мерки във всички икономически сектори, обхващащи енергетиката, транспорта, промишлеността, селското стопанство, устойчивото финансиране и др.

2. Предимства и потенциал за решаване на климатични и екологични проблеми

2.1. Намаляване на емисиите и борба с климатичните промени



Фиг. 1 Напредък към целите за възобновяеми енергийни източници за ЕС-27

Европейската зелена сделка представлява амбициозен стратегически план, чрез който Европейският съюз цели да постигне климатична неутралност до 2050 г. и да намали емисиите на парникови газове с поне 42.5% до 2030 г. спрямо нивата от 1990 г. Според Vela Almeida и съавтори (2023), този ангажимент е сред най-значимите в световен мащаб и има потенциала да намали драстично въздействието на човешката дейност върху климата. Политиките, включени в Зелената сделка — като инвестиции във възобновяема енергия, повишаване на енергийната ефективност и декарбонизация на индустриалните сектори — създават реални условия за ограничаване на глобалното затопляне и за възстановяване на екологичното равновесие.

2.2. Икономическа трансформация и стимули за зелени иновации

Едно от основните предимства на Зелената сделка е нейната способност да обвърже икономическия растеж с екологичната устойчивост. Вместо да възприема екологичните мерки като ограничение, Европейският съюз ги разглежда като двигател на нов тип икономика — така наречената „зелена икономика“. Както подчертават авторите, инвестициите в чисти технологии, възобновяеми източници и кръгова икономика могат да стимулират създаването на нови работни места и иновации, като същевременно се намаляват отпадъците и ресурсната зависимост. Така Зелената сделка съчетава икономическите и екологичните интереси, превръщайки устойчивото развитие в дългосрочна конкурентна стратегия за Европа.

2.3. Интеграция на екологични цели във външната политика и международното сътрудничество

Важен потенциал на Зелената сделка, подчертан в статията, е нейното въздействие извън границите на Европейския съюз. Чрез въвеждането на екологични стандарти в търговията, инвестициите и дипломатическите отношения, ЕС се стреми да наложи устойчиви практики и сред своите външни партньори. Това превръща Зелената сделка не само във вътрешна екологична политика, а и в инструмент на т.нар. „зелена външна политика“. Така Европейският съюз се позиционира като глобален лидер в климатичната трансформация, който използва своята икономическа и политическа тежест, за да насърчава международното сътрудничество, обмена на технологии и прилагането на общи екологични стандарти.

2.4. Институционални и управленски промени

Зелената сделка създава предпоставки за дълбоки институционални промени в рамките на ЕС. Тя въвежда нови механизми за управление, основани на принципите на устойчивостта, кръговата икономика и социалната справедливост. Според Vela Almeida и съавтори (2023), този нов модел на „зелено управление“ не се ограничава само до екологични политики, а засяга и начина, по който се планират икономическите и социалните реформи. При последователно прилагане тези промени могат да доведат до трайни подобрения в качеството на въздуха, управлението на природните ресурси и устойчивото земеделие в рамките на ЕС.

3. Критики, ограничения и рискове — случаи, в които Зелената сделка може да влоши или да задълбочи някои проблеми

3.1. Недооценяване на екологичните щети от добива на суровини

Един от основните недостатъци на Зелената сделка е липсата на открит дебат относно щетите, причинени от добива на суровини, необходими за „зелените“ технологии. Например, в Сърбия и Португалия местните общности активно протестират срещу откриването на литиеви мини, които застрашават подземните води и плодородните земи.

В същото време, Европейският съюз включва тези проекти в стратегическия си план за осигуряване на „критични суровини“ – без да оценява адекватно екологичните рискове. Така ЕС формално насърчава екологични цели, но реално допуска нови форми на природна деградация.

3.2. Неравномерно разпределение на екологичните и социални последици

Ного от суровините, нужни за Зелената сделка, се добиват извън Европа – в държави като Демократична република Конго, Чили и Индонезия. Добивът на кобалт и никел там води до сериозно замърсяване, детски труд и социални конфликти.

Докато ЕС представя своите политики като модел за „справедлив преход“, реалните щети се поемат от страни с нисък икономически капацитет и слабо екологично законодателство. Това създава своеобразен „въглероден колониализъм“ – при който екологичните ползи се концентрират в Европа, а щетите се прехвърлят другаде.

3.3. Вътрешни противоречия в целите и политиките на Зелената сделка

рамките на Зелената сделка често се среща противоречие между екологични и икономически цели. Например, Европейската комисия насърчава идеята за „зелен растеж“, който предполага увеличаване на производството чрез екологични технологии.

На практика обаче, увеличеното търсене на електромобили, батерии и фотоволтаични панели води до повишено използване на ресурси, което подкопава екологичната устойчивост. Така се създава парадокс – икономическото разширяване се представя като екологична мярка, въпреки че увеличава натиска върху природните ресурси.

3.4. Риск от създаване на нови екологични проблеми

Преходът към възобновяеми източници може да доведе до нови форми на екологично увреждане. Например, соларните паркове в Испания и Гърция заемат големи площи от земеделска земя, което води до конфликти с местните общности и застрашава биоразнообразието.

Подобна е ситуацията и в Скандинавия, където вятърните турбини се изграждат върху земи, обитавани от коренни общности като саамите, нарушавайки традиционните им права на земеползване.

Тези примери показват, че „зелената енергия“ не е автоматично безвредна – когато липсва балансирано планиране, тя може да създаде нови социално-екологични конфликти.

3.5. Укрепване на съществуващи икономически и властови зависимости

Зелената сделка често се представя като демократичен и социално справедлив инструмент, но в действителност от нея най-много печелят големите корпорации в енергийния и автомобилния сектор.

Например, компании като Volkswagen, Siemens и Shell получават стотици милиони евро по европейски програми за зелени технологии, докато малките и средни предприятия имат ограничен достъп до финансиране.

По този начин Зелената сделка рискува да задълбочи икономическата концентрация и да запази съществуващите структури на власт, вместо да създаде по-справедлива и децентрализирана икономика.

3.6. Опасност от „зелено измиване“ и формално прилагане на политиките

Множество примери сочат, че част от проектите по Зелената сделка имат по-скоро символичен, отколкото реален ефект. Например, някои държави членки докладват намаление на въглеродните емисии чрез „офсетирание“ – т.е. чрез закупуване на въглеродни кредити от други страни, без реално да намаляват собствените си емисии.

Подобен е и случаят с биогоривата, които се представят като алтернатива на изкопаемите горива, но често се произвеждат от палмово масло или царевича, което води до обезлесяване и повишаване на цените на храните.

Тези практики показват, че Зелената сделка може да се превърне в инструмент за „зелено измиване“ (greenwashing), когато липсват ефективни механизми за контрол и отчетност.

4. Балансиране, препоръки и изводи — при кои условия Зелената сделка е „спасение“, а при кои — носи нови проблеми

4.1. Условия, при които Зелената сделка е „спасение“

Зелената сделка може да бъде разглеждана като спасение за климата, икономиката и обществото, когато се прилага при условия на балансирана социална и икономическа интеграция. Според изследванията на Stockholm Environment Institute (2024), ключов фактор за успеха ѝ е изграждането на справедлив преход, който отчита различията между държавите членки на Европейския съюз. Когато политиките за декарбонизация се съчетават с адекватна подкрепа за заетост, преквалификация на работната сила и стимулиране на регионалното развитие, те водят до устойчив икономически растеж и намаляване на социалното напрежение. Пример за това е Полша, където в Силезия инвестициите на ЕС са насочени към нови зелени технологии и социални програми за заетост, което допринася за плавен преход от въгледобива към чиста енергия.

Друг важен аспект, подчертан в публикациите на Nature Sustainability (2024), е ролята на технологичните иновации. Когато държавите насърчават научните изследвания, цифровизацията и публично-частните партньорства, Зелената сделка се превръща в двигател на икономически растеж и индустриална модернизация. Примерът на Швеция, която развива производство на зелен водород и батерии, показва, че иновациите могат да бъдат не само екологично полезни, но и стратегически изгодни. Освен това Зелената сделка съдейства за намаляване на геополитическата зависимост на Европа от внос на изкопаеми горива, като създава нови партньорства за устойчив добив на критични минерали с държави като Намибия и Чили. В допълнение, изследването на ScienceDirect (2023) подчертава, че политиките за кръгова икономика, залегнали в Зелената сделка, насърчават ефективното използване на ресурси, намаляват отпадъците и подпомагат постигането на целта за нулеви нетни емисии до 2050 година. Когато тези елементи се комбинират, Зелената сделка се превръща в реално спасение, което обединява технологичен напредък, социална стабилност и екологично възстановяване в рамките на общоевропейска визия за устойчиво развитие.

4.2. Условия, при които Зелената сделка поражда нови проблеми

Въпреки позитивните намерения и потенциалните ползи, редица научни анализи сочат, че Зелената сделка може да доведе и до задълбочаване на някои проблеми, ако не бъде прилагана с необходимата гъвкавост и социална чувствителност. Според ScienceDirect (2024), Nature (2024) и SEI (2024), основен риск представлява нарастващото икономическо неравенство между държавите членки. По-богатите икономики разполагат с ресурси да инвестират в нови зелени технологии, докато по-бедните региони изпитват трудности в адаптацията си към високите стандарти на ЕС. Това води до феномена, наречен „зелено неравенство“, при който някои страни се превръщат в лидери на устойчивото развитие, а други изостават, понасяйки социални и икономически загуби.

Освен това съществуват и т.нар. екологични парадокси, при които технологиите, предназначени да намалят емисиите, пораждат нови екологични рискове. Производството на

батерии, вятърни турбини и други „зелени“ технологии изисква добив на редки метали, който често води до замърсяване на почви и водни ресурси. Тази зависимост от суровини извън Европа създава нови геополитически зависимости, както отбелязва SEI (2024). Например, в Намибия и Чили, с които ЕС поддържа партньорства за добив на критични минерали, се наблюдават спорове относно участието на местните общности и екологичните последици от индустриалната експлоатация. Паралелно с това, социалните предизвикателства също не са за подценяване — в страни като Чехия и Естония се наблюдават случаи на протести и безработица, произтичащи от затваряне на въглищни предприятия без достатъчно алтернативни възможности за заетост. Така Зелената сделка, при неправилно управление и липса на баланс, може да задълбочи социалните различия и да предизвика нови екологични щети.

4.3. Баланс и препоръки

Балансирането между положителните и отрицателните ефекти на Зелената сделка изисква комплексен и гъвкав подход, който да обхваща икономически, социални и екологични механизми. Необходим е модел на управление, който позволява адаптиране на европейските политики към националните специфики, така че нито една държава членка да не бъде изключена от процеса на зеления преход. Важен акцент е поставен върху инвестициите в образование и преквалификация, защото именно човешкият капитал е основата на успешната трансформация. ЕС следва да насърчава обучението в зелени професии, за да се гарантира плавен преход на работната сила към нови икономически сектори.

Научните изследвания, включително тези, публикувани в Nature (2024), подчертават, че технологичните иновации са не просто средство за постигане на климатични цели, а ключов фактор за икономическа конкурентоспособност. Следователно, увеличаването на финансирането за научноизследователска и развойна дейност е критично условие за успеха на Зелената сделка. В същото време ЕС трябва да създаде ясни и прозрачни стандарти за устойчив добив на суровини, като гарантира, че преходът към зелена икономика не се извършва за сметка на природата и човешките права в трети страни. Само чрез отговорен подход и международна прозрачност може да се постигне реален баланс между екологичните цели и икономическите интереси на съюза.

Заклучение

В заключение, Зелената сделка може да бъде едновременно спасение и предизвикателство. Тя представлява спасение, когато се прилага по справедлив, прозрачен и научно обоснован начин, който съчетава технологичен напредък с грижа за хората и природата. В този случай тя не само намалява въглеродните емисии, но и създава нови възможности за икономически растеж, заетост и социална стабилност. Обратно, ако политиките се прилагат неравномерно и без координация между държавите членки, Зелената сделка може да доведе до задълбочаване на социални, икономически и екологични проблеми. Истинският успех на европейската зелена трансформация зависи не от амбициозността на поставените цели, а от тяхното реално и отговорно изпълнение в синхрон между общество, технологии и околна среда. Само тогава Зелената сделка ще може да бъде наречена не просто стратегия, а дългосрочно решение за бъдещето на Европа и планетата.

Ето пълна таблица с всички използвани източници от докладите и статиите, които си ми предоставил и които са използвани при изготвянето на текста за Европейската зелена сделка:

Източници:

1. European Commission (2023). "The European Green Deal"
2. European Environment Agency (EEA). "Trends and projections in Europe 2023"
3. Stockholm Environment Institute (SEI) – "EU Green Deal in turbulent times: EU green policy tracker for Sweden and Estonia"
4. Nature (2024). "The European Green Deal: navigating the balance between sustainability and security"
5. European Parliament Briefing (2022). "Fit for 55: delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to climate neutrality"
6. World Economic Forum (2023). "The European Green Deal and its impact on the global economy"
7. European Council Conclusions (2022). "REPowerEU Plan"
8. OECD (2023). "Green transition and inclusive growth"
9. European Climate Foundation (2023). "Green Deal Implementation and Public Support in the EU"
10. Eurostat (2024). "Energy statistics and greenhouse gas emissions in the EU"
11. European Environment Agency, 2025. https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/share-of-energy-consumption-from?utm_source=chatgpt.com

ЕНЕРГИЯ В КОСМОСА

Виктор Банков

Професионална гимназия по екология и биотехнологии «Проф. д-р Асен Златаров»

Ключови думи: *Слънчева енергия в космоса; Космически соларни панели; Енергийни системи на космически апарати*

Резюме: *Темата изследва източниците, производството и използването на енергия в космоса – един от най-важните фактори за развитието на космическите мисии и бъдещите изследвания на Вселената. Разглеждат се традиционните енергийни системи като слънчевите панели и ядрените генератори, както и новите концепции за добив на енергия от космоса, като например космическите слънчеви електроцентрали. Проектът анализира предизвикателствата, свързани с ефективността, безопасността и съхранението на енергията, както и възможностите за прилагане на космически енергийни технологии на Земята. Акцентът е върху устойчивото развитие и ролята на енергията като ключ към бъдещото присъствие на човечеството в космоса.*

ENERGY IN SPACE

Viktor Bankov

Vocational High School of Ecology and Biotechnology "Prof. Dr. Asen Zlatarov"

Keywords: *Space-based solar power; Solar panels in space; Spacecraft power systems;*

Abstract: *The topic explores the sources, production, and use of energy in space—one of the key factors in the advancement of space missions and future exploration of the universe. It examines traditional energy systems such as solar panels and nuclear generators, as well as innovative concepts like space-based solar power stations. The project analyzes the challenges related to efficiency, safety, and energy storage, along with the potential for applying space energy technologies on Earth. The focus is on sustainable development and the role of energy as a cornerstone of humanity's future presence in space.*

Въведение

Още от най-древни времена хората са вдигали поглед към звездите и са мечтали да достигнат до тях.

Днес тази мечта вече е реалност — изстрелваме спътници, изследваме планети и дори планираме бъдещи колонии извън Земята.

Но една пречка винаги стои пред всяка космическа мисия – енергията.

В космоса няма електрически мрежи, няма горива на всяка крачка и няма възможност просто „да се включим в контакта“.

Всяка мисия трябва сама да си осигури собствен източник на енергия, който да е надежден, лек и дълготраен.

Без енергия няма животоподдържащи системи, няма комуникация, няма научни изследвания.

Днес учените използват различни решения – слънчеви панели, които улавят енергията на Слънцето, и радиоизотопни генератори, които превръщат топлината от разпада на вещества в електричество.

Благодарение на тях марсоходите работят с години, а Международната космическа станция се превръща в дом за астронавтите.

Но бъдещето изисква още по-смели решения.

За да изградим бази на Луната или Марс, ще трябва да разработим нови начини за добив, съхранение и пренос на енергия в космоса.

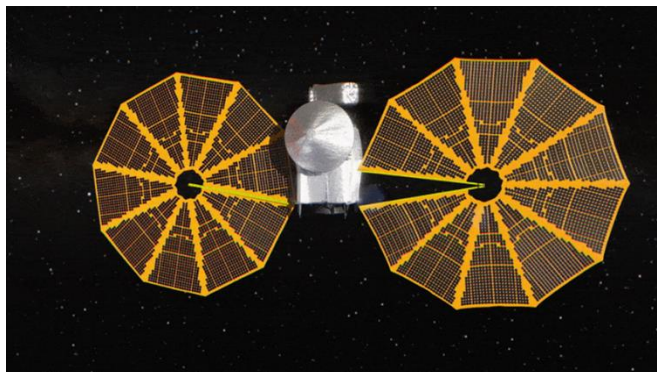
Моят проект разглежда тези предизвикателства и предлага оригинална идея за система, която използва множество малки сателити – “енергиен рой”, за да събира и пренася слънчева енергия по ефективен начин.

случаите за дълговременно мониториране на пациенти в постоперативен период.

- Приложим в екстремни условия, като полети, военни действия и подводни дейности.

1. Слънчева енергия – силата на звездата ни

Слънчевата енергия е **най-често използваният източник** на електричество в космоса. Почти всички съвременни спътници и космически станции използват **соларни панели**, които превръщат светлината на Слънцето в електрическа енергия.



✦ Примери:

- Международната космическа станция (МКС) има **четири огромни комплекта слънчеви панели**, които генерират до **120 киловата електричество** — достатъчно да захрани цяло малко село!
- Спътниците за комуникация и наблюдение на Земята също използват соларни батерии и акумулатори, за да работят дори когато са в сянката на планетата.

✦ Предимства:

- Безкраен и чист източник на енергия.
- Лесен за поддръжка и без нужда от гориво.

✦ Недостатъци:

- Работи само, когато има достъп до слънчева светлина.

На големи разстояния от Слънцето (например в орбита около Юпитер) ефективността намалява драстично

2. Ядрена енергия – дългосрочната мощ



Когато мисиите отиват далеч от Слънцето, слънчевите панели вече не са достатъчни. Тогава се използват **радиоизотопни термоелектрически генератори (RTG)** — устройства, които превръщат **топлината от разпада на радиоактивни елементи (като плутоний-238)** в електричество.

✦ Примери:

- *Voyager 1 и 2* – изследват Космоса вече над **45 години** благодарение на RTG.
- *Curiosity* и *Perseverance* (марсоходите на NASA) също използват този тип енергия, което им позволява да работят независимо от деня и нощта на Марс.

◆ Предимства:

- Осигурява енергия непрекъснато в продължение на десетилетия.
- Не зависи от Слънцето или от условията на околната среда.

◆ Недостатъци:

- Скъпа и трудна технология.
- Изисква специална защита от радиация.

3. Сравнение между различните източници на енергия

Тип енергия	Източник	Предимства	Недостатъци	Примери
★ Слънчева енергия	Светлината на Слънцето	Безкрайна, чиста, безопасна	Зависи от осветеността; по-слаба далеч от Слънцето	Международна космическа станция, повечето спътници
● Ядрена енергия (RTG)	Радиоактивен разпад (напр. плутоний-238)	Работи дълго време, независимо от светлината	Скъпа, тежка, опасна при повреда	Voyager 1 и 2, Curiosity, Perseverance
🌙 Експериментални източници	Хелий-3, микровълново пренасяне, магнитни полета	Много мощни и обещаващи	Все още в изследователска фаза	Бъдещи мисии и проекти на NASA и ESA

4. Биореактори като възможност за ракетно придвижване

Биореакторите предлагат иновативен подход за производство на ракетни горива чрез използване на живи организми — например фотосинтетични микроводорасли или цианобактерии, които превръщат CO_2 , вода и светлина в биомаса и кислород. Тази биомаса може да се разглежда или да се използва като суровина за други микроорганизми, които синтезират горивни молекули (напр. метан, биометан, или по-сложни органични горива като 2,3-бутандиол), които в последствие биха могли да се преработят и използват като ракетно гориво. Идеята е част от по-широкото направление In-Situ Resource Utilization (ISRU) — производството на нужни материали от ресурси на място (на Луната или Марс) с цел да се намали количеството товари, които трябва да се изпращат от Земята.

Основните предимства на биореакторния подход са възможността за възобновяемо производство на гориво на място (намаляващо логистичните разходи и риска), съвместимостта с биологични системи (помага и за производство на кислород и храна) и потенциално по-ниската енергийна интензивност спрямо някои химически процеси при определени условия. Конкретни изследвания вече показват концепции, в които цианобактерии произвеждат захари и кислород, а инженерни бактерии ги превръщат в течни горива, пригодни за ракетни двигатели.

Въпреки това има значителни предизвикателства: нуждата от входна енергия (светлина, топлина и електричество), бавни скорости на производство и ниска плътност на енергия на някои биогорива в сравнение с втечените химични пропелсанти, въпроси за надеждност и контрол на биосистемите в екстремни условия (радиация, температури, прах), и все още ниско технологично готовностно ниво (TRL) за големомасово производство на ракетно гориво на други планети. Затова в момента биоподходите се разглеждат като допълнение или алтернатива в специфични сценарии — например когато химически ISRU е недостатъчен или когато искаме да комбинираме производство на въздух, храна и гориво.

Биореакторите за производство на ракетно гориво са обещаваща и активна област на изследване: предлагат устойчив и местен източник на пропеланти, особено за дългосрочни бази извън Земята, но засега остават технологично предизвикателство, което изисква допълнителни проучвания по ефективност, мащабиране и интеграция със съществуващи ISRU системи.

Какво е: Биореактор = система с живи организми за превръщане на CO₂ + вода + светлина → биомаса → гориво.

Как става: фотосинтезни микроорганизми → захари → ферментация/биосинтеза → гориво (метан, биобутанол, 2,3-BDO и др.).

Предимства: възобновяемо производство на място (ISRU), спомага за кислород/храна, намалява нуждата от транспортиране от Земята.

Предизвикателства: енергийна потребност, ниска скорост/производителност, радиация и прах, TRL и мащабиране.

5. Експериментални идеи

Учените проучват и други източници:

- **Микровълново предаване на енергия** от орбитални слънчеви станции към Земята.
- **Космически вятър и магнитни генератори**, които използват движението през магнитното поле на планети.

Заклучение

Енергията в космоса е ключов фактор за развитието на съвременните и бъдещите космически мисии. Технологиите за добив на слънчева енергия в орбита продължават да се усъвършенстват, като осигуряват надеждно захранване на спътници, космически станции и изследователски апарати. Чрез ефективни соларни панели, системи за съхранение и нови концепции като космически слънчеви електроцентрали, човечеството разширява възможностите си за устойчиво присъствие извън Земята. Макар че предизвикателства като радиацията, температурните екстреми и необходимостта от дълготрайни материали остават значими, научният прогрес показва, че бъдещето на космическата енергетика е обещаващо. Тя ще играе решаваща роля не само за поддръжката на космически мисии, но и за потенциалното снабдяване на Земята с чиста, практически неизчерпаема енергия.

Литература:

1. Космическа агенция на Европейския съюз (ESA). *Solar Power in Space — Technologies and Applications*, 2022.
2. NASA. *Spacecraft Power Systems Overview*, NASA Factsheets, 2021.
3. Pellegrino, S., & Howell, L. *Space-Based Solar Power: Engineering Challenges and Opportunities*, Cambridge University Press, 2020.
4. National Academies of Sciences. *Powering the Space Frontier*, Washington, D.C., 2019.

КОСМОСЪТ И КЛИМАТЪТ: РОЛЯ НА САТЕЛИТИТЕ В БОРБАТА С КЛИМАТИЧНИТЕ ПРОМЕНИ

Богдан Димитров

Професионална гимназия по екология и биотехнологии „Проф. Д-р Асен Златаров“ гр. София

Ключови думи: космически технологии, сателитни системи, климатични промени, мониторинг

Резюме: Темата разглежда значението на космическите технологии и сателитните системи в наблюдението и борбата с климатичните промени. Сателитите предоставят безценна информация за температурата на океаните, промените в ледените покривки, замърсяването на атмосферата и обезлесяването. Чрез събраните данни учените могат да прогнозират природни бедствия, да анализират климатичните тенденции и да подпомагат устойчивото управление на природните ресурси. Проектът подчертава как космосът се превръща в ключов инструмент за защита на планетата и за съвместни международни усилия в опазването на околната среда и борбата с глобалното затопляне.

SPACE AND CLIMATE: THE ROLE OF SATELLITES IN FIGHTING CLIMATE CHANGE

Bogdan Dimitrov

Vocational High School of Ecology and Biotechnology "Prof. Dr. Asen Zlatarov" Sofia

Keywords: space technologies, satellite systems, climate change, monitoring,

Abstract: The topic explores the importance of space technologies and satellite systems in monitoring and combating climate change. Satellites provide invaluable data on ocean temperatures, ice sheet dynamics, atmospheric pollution, and deforestation. This information enables scientists to predict natural disasters, analyze climate trends, and support the sustainable management of natural resources. The project emphasizes how space has become a crucial tool in protecting our planet and fostering international cooperation in addressing global warming and environmental challenges.

Въведение

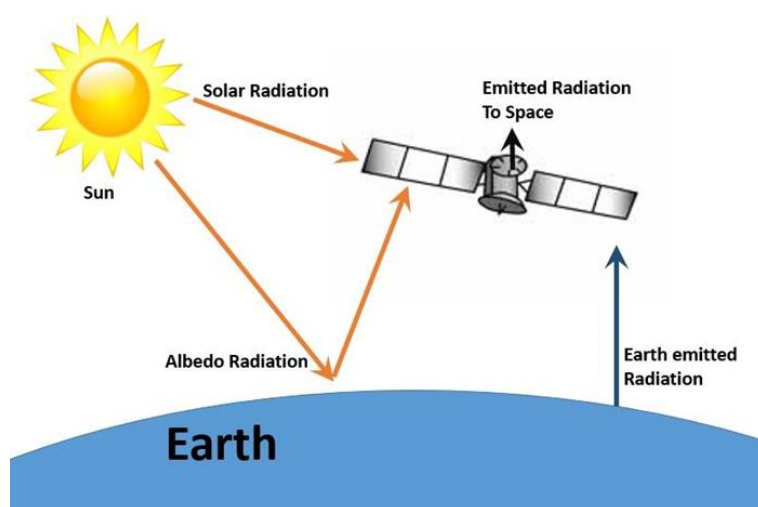
Климатичните промени са едно от най-сериозните и глобални предизвикателства пред човечеството в наши дни. Повишаването на средните температури на планетата, топенето на ледниците, зачестяването на екстремни метеорологични явления и покачването на морското равнище засягат всеки континент, всяка държава и всеки човек – независимо от географското положение или икономическия статус.

Тези промени не са просто природен процес – те засягат човешкото здраве, сигурността на хранителните доставки, достъпа до вода, миграцията на хора, икономиките на цели държави и политическата стабилност. Крайбрежни райони се оказват под риск от наводнения, селското стопанство страда от суши и променлив климат, а горите – основните „бели дробове“ на Земята – биват застрашени от пожари и обезлесяване.

В такава критична ситуация е от първостепенно значение да имаме възможност да наблюдаваме и разбираме какво се случва с нашата планета. За тази цел науката и технологиите ни предоставят мощен инструмент – сателитите. Те ни позволяват да виждаме глобалната картина от Космоса, да измерваме, анализираме и реагираме навреме. Именно тази връзка между Космоса и климата прави темата актуална, важна и вдъхновяваща за младите хора, бъдещите учени и защитници на Земята.



1. Връзката между науката, технологиите и опазването на околната среда



В съвременния свят, изправен пред сериозни екологични предизвикателства, науката и технологиите играят ключова роля в опазването на околната среда. Именно чрез научните изследвания ние разбираме сложните процеси, които стоят зад климатичните промени – как натрупването на парникови газове води до глобално затопляне, как се променят океанските течения или как се засилват природните бедствия. Но знанието само по себе си не е достатъчно. Технологиите превръщат научното разбиране в реални действия. Например, модерните сателити не просто наблюдават Земята – те „четат“ информация от атмосферата, океаните и сушата, обработват я с помощта на изкуствен интелект и я предават към учени и институции, които могат да вземат решения в реално време.



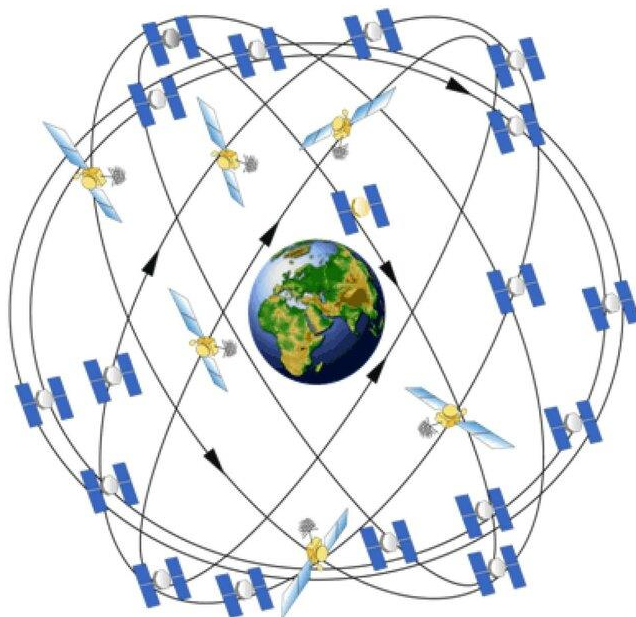
Сателитните технологии са живото доказателство как науката и инженерството могат да се комбинират в услуга на планетата. Те ни дават очи, с които да виждаме глобалните промени,

и инструменти, чрез които да реагираме – било то чрез предупреждение за бедствия, анализ на замърсяването или планиране на устойчиво земеделие.

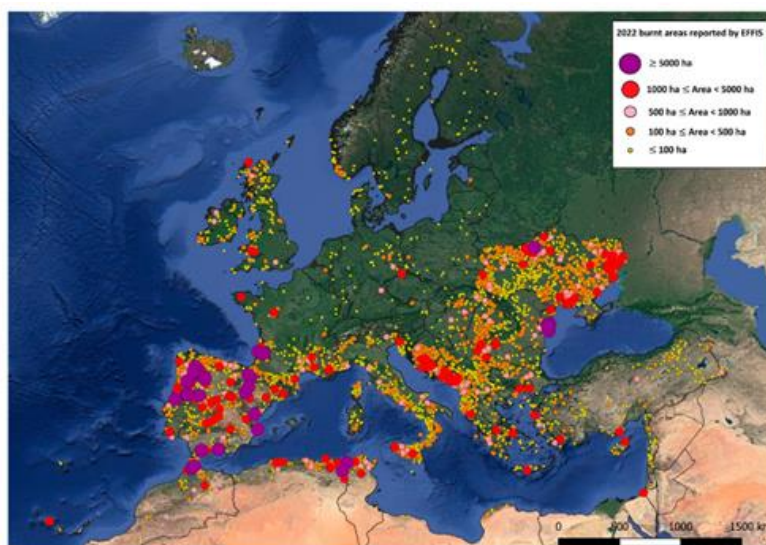
Тази симбиоза между наука и технологии ни дава надежда. Тя показва, че с интелигентен подход, иновации и глобално сътрудничество, човечеството може да отговори на екологичната криза и да се грижи за своя дом – Земята.

2. Какво е мястото на сателитите в тази борба?

Сателитите са нашите очи в Космоса. Те играят незаменима роля в глобалната борба с климатичните промени, като предоставят точни, обективни и непрекъснати данни за състоянието на планетата. Благодарение на тях можем да следим с висока прецизност как се променят температурите, какво е състоянието на полярните ледници, как се развиват ураганите или как се променя растителността на Земята.



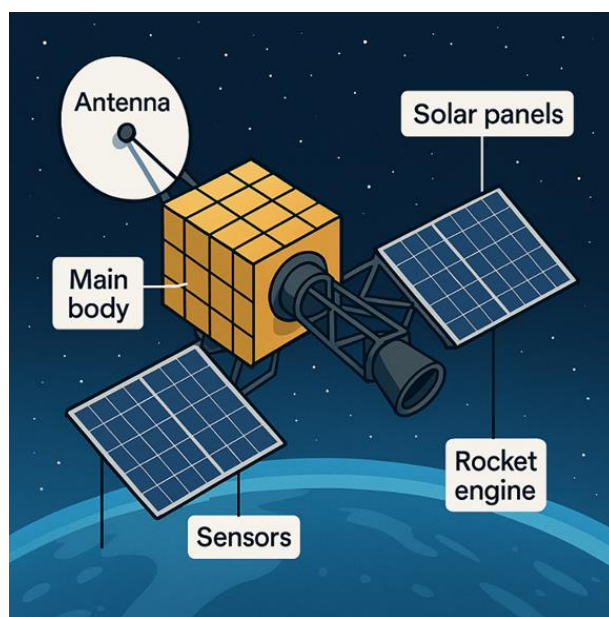
Но сателитите не просто наблюдават – те предупреждават. При опасни климатични явления, като наводнения, горски пожари или суши, сателитните снимки и анализи могат да спасят животи, като дадат време за подготовка и реакция. Те също така играят критична роля в моделирането и прогнозите за бъдещото състояние на климата – което е от решаващо значение за политиките на държавите и глобалните екологични споразумения.



Мястото на сателитите в борбата с климатичните промени е стратегическо – те са тихите стражи в орбита, които неуморно следят, записват и споделят ценна информация, за да можем ние на Земята да действаме мъдро, отговорно и навреме.

Сателитите събират данни за широк спектър от климатични параметри. Те измерват температурата на въздуха и повърхността, влажността, дебелината на ледените покривки, нивата на въглероден диоксид, състоянието на растителността, водните ресурси и много други. Един от водещите примери за глобална сателитна програма е „Коперник“ на Европейския съюз. Тя използва серия от сателити, наречени **Sentinel**, които предоставят детайлни и достъпни данни за околната среда и климата. Тези данни се използват от учени, правителства и организации за ранно предупреждение, планиране на политики и научни изследвания. Сателитите също така подпомагат наблюдението на природни бедствия – пожари, наводнения, суши – които стават все по-чести заради климатичните промени.

3. Какво представляват сателитите?



Сателитите са изкуствени обекти, изстреляни в орбита около Земята или други небесни тела, с цел да събират, предават и анализират информация. Те се движат с висока скорост и обикалят планетата по точно определени орбити, като използват различни инструменти за наблюдение, комуникация и научни изследвания.

4. Кратка история на сателитните технологии

Първият изкуствен сателит – „Спутник 1“ – е изстрелян от Съветския съюз на 4 октомври 1957 г. Той отбелязва началото на космическата ера и открива нова епоха в технологичното развитие. Малко по-късно, през 1960-те години, се появяват първите метеорологични и комуникационни сателити.

С напредването на технологиите, сателитите стават все по-усъвършенствани – с по-добри сензори, по-дълъг живот и по-прецизни инструменти. Днес има хиляди сателити в орбита, изпълняващи различни функции – от следене на времето и климата до глобално позициониране (GPS), телевизионни предавания и дори наблюдение на военна активност.

Съвременните **екологични и климатични сателити** са специализирани да събират данни за атмосферата, океаните, растителността и ледените покривки. Те са в основата на климатичните изследвания и играят важна роля в устойчивото управление на природните ресурси.

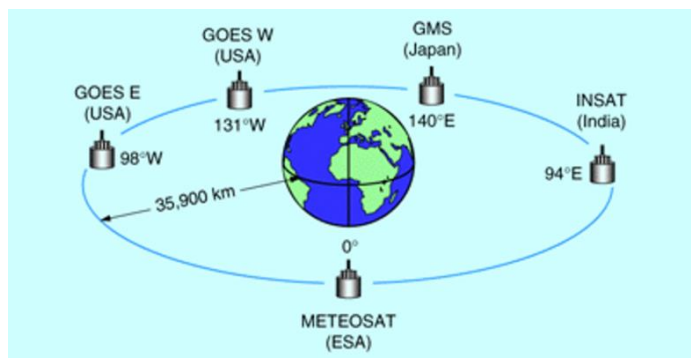
5. Видове сателити

Сателитите могат да бъдат класифицирани според своята функция. Ето основните типове:

5.1. Метеорологични сателити

Те наблюдават атмосферата и предоставят информация за времето и климата. С помощта на тях можем да следим облачността, температурите, валежите, циклоните и други метеорологични явления. Използват се от национални служби по метеорология и организации като EUMETSAT и NOAA.

Meteosat (Европа), GOES (САЩ)



5.2. Комуникационни сателити

Тези сателити служат за предаване на сигнали за телевизия, радио, интернет и телефония. Те осигуряват връзки между континенти, кораби, самолети и отдалечени региони.

Inmarsat, Intelsat, Starlink (сателитен интернет от SpaceX)



5.3. Наблюдателни и земнонаблюдателни сателити

Използват се за мониторинг на Земята – земна повърхност, растителност, водни ресурси, замърсяване и климатични промени. Те са основни инструменти в борбата с климатичните предизвикателства.

Sentinel (програма „Коперник“), Landsat (NASA и USGS)



Наблюдение на всички
застрашаващи събития на
Земята



Обработка на събраната
информация

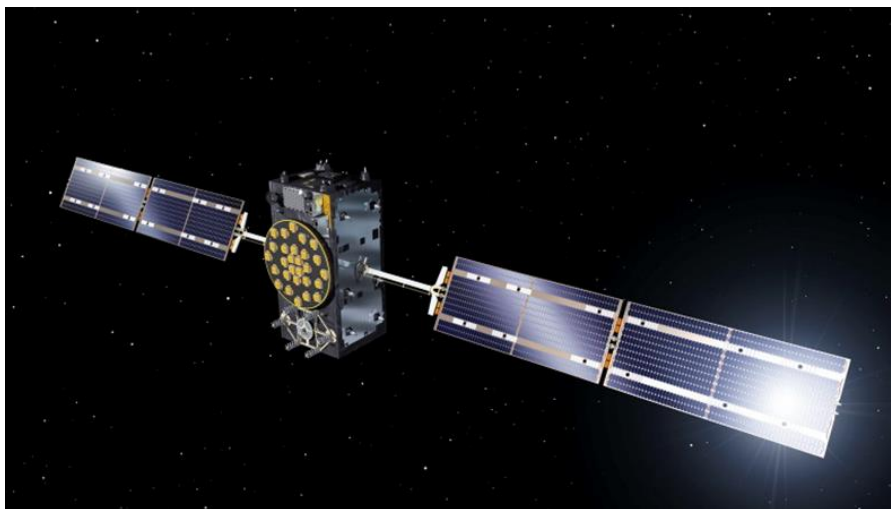


Показване на събития и
уведомяване на
потребителите

5.4. Навигационни сателити

Създават глобални системи за позициониране – като GPS, Galileo, GLONASS. Използват се в транспорта, военните операции, спасителни мисии и ежедневни навигации

GPS (САЩ), Galileo (ЕС)



5.5. Военни и разузнавателни сателити

Използват се за наблюдение, комуникации и разузнавателни цели от различни държави. Техните функции често са засекретени.

Lacrosse (САЩ), Kosmos (Русия)

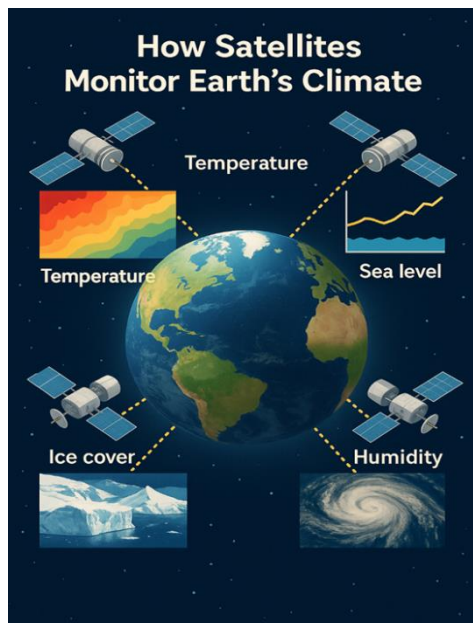


6. Как сателитите следят климата?

Сателитите са незаменим инструмент за глобално наблюдение на климата, защото осигуряват постоянен и прецизен поток от данни от всяка точка на Земята – включително от отдалечени, труднодостъпни или опасни зони. Ето какво и как измерват:

6.1. Температура на въздуха и повърхността

Сателитите използват инфрачервени и микровълнови сензори, за да измерват температурата на атмосферата, земната повърхност и океаните. Това е изключително важно за установяване на трендове в глобалното затопляне.



6.2. Влажност на атмосферата

С помощта на радиометри, сателитите следят относителната влажност в различни слоеве на атмосферата. Това е ключов параметър за прогнозирането на валежи, бури и засушавания.

6.3. Ледени покривки и глетчери

Сателитите използват радарни и лазерни алтиметри, за да наблюдават площта и дебелината на полярните ледени шапки и глетчери. Те могат да регистрират дори малки промени в ледената маса.

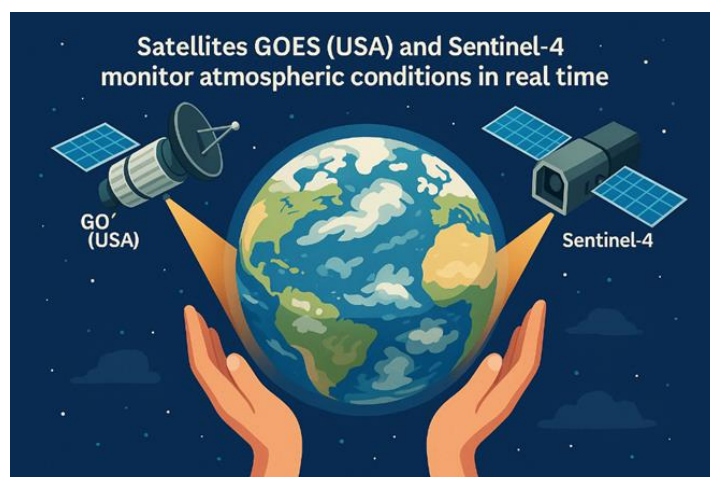
6.4. Ниво на моретата

Сателитите измерват покачването на морското равнище чрез радарни алтиметри. Това е важно за изчисляване на риска от наводнения в крайбрежните райони.

6.5. Урагани и тропически циклони

Сателитните сензори засичат формирането на урагани над океаните, проследяват тяхната траектория, сила и развитие. Това позволява ранно предупреждение и предприемане на защитни мерки в засегнатите региони.

Сателитите GOES (САЩ) и Sentinel-4 следят атмосферните условия в реално време.



6.6. Наводнения

Сателитите измерват нивото на реките и следят за наводнени територии чрез радарни изображения, които „виждат“ дори през облаци. Това е особено полезно при бурни валежи и преливане на язовири.

Sentinel-1 използва радарна технология (SAR), за да засича промените в повърхността на Земята.

6.7. Суши и засушавания

Продължителните периоди без валежи могат да бъдат засечени чрез наблюдение на растителността, влажността на почвата и термални аномалии. Това е важно за земеделието и управлението на водните ресурси.

Програмата „Коперник“ осигурява регулярни данни за почвена влага и здравето на културите чрез Sentinel-3.

Програмата „Коперник“ на ЕС

„Коперник“ е водещата програма на Европейския съюз за наблюдение на Земята. Тя обединява шест основни тематични услуги – за атмосферата, климата, сушата, океаните, сигурността и извънредните ситуации. Сателитите Sentinel, част от програмата, събират и предлагат данни с висока честота, точност и публична достъпност.

Програмата е изключително важна за мониторинга на екстремни климатични явления в реално време и предоставя информация както на учени, така и на институции и граждани.

6.8. Допълнителни измервания:

-  Концентрация на въглероден диоксид и други парникови газове.
-  Състояние на растителността (NDVI – индекс на зеления покрив).
-  Облачност и енергийния баланс на Земята.
-  Предимства на сателитните наблюдения

Сателитите са уникален инструмент в климатичната наука и управлението на природните ресурси. Те предоставят редица предимства, които ги правят незаменими в съвременния свят:

7. Предимства на сателитните наблюдения

• *Глобален обхват и непрекъснат мониторинг*

Едно от най-големите предимства на сателитите е способността им да наблюдават цялата повърхност на Земята – от екватора до полюсите. Те обикалят планетата няколко пъти на ден и осигуряват непрекъснат поток от данни, независимо от географското местоположение.

Това позволява наблюдение не само на обитаемите зони, но и на отдалечени, труднодостъпни или опасни региони – като Арктика, океаните, джунглите или пустините.

• *Обективни и точни данни в реално време*

Сателитите използват високотехнологични сензори, които измерват различни параметри с изключителна точност – температура, влага, ниво на морето, концентрация на газове и др. Те не зависят от човешки наблюдатели, което гарантира обективност и съвместимост на данните.

Данните са достъпни почти веднага след заснемането – това е ключово за навременен анализ и реакция при спешни ситуации.

• *Възможност за прогнози и ранно предупреждение*

С помощта на сателитни наблюдения се изготвят по-точни прогнози за времето и се създават компютърни модели за предвиждане на климатични промени. Те помагат на учените и институциите да разпознаят ранни признаци на суша, ураган или наводнение и да предупредят населението предварително.

Това спасява животи, опазва имущество и намалява социално-икономическите щети.

• *Роля на сателитите в научните изследвания и политики*

Сателитните данни не само ни показват какво се случва с климата, но и служат като основа за научни анализи, международни споразумения и екологични политики. Те превръщат невидимите промени в конкретни и измерими факти, които могат да бъдат използвани за вземане на решения.

8. Роля в научните изследвания и политики

Как учените използват данните от сателити

Изследователите по цял свят използват сателитни данни за създаване на климатични модели, анализиране на дългосрочни тенденции и проверка на хипотези. Данните за температура, влага, облачност, емисии и ледена покривка се използват в:

- Академични проучвания за глобалното затопляне.
 - Оценка на въздействието на човешката дейност върху околната среда.
 - Изследване на взаимодействието между океани, атмосфера и биосфера.
- Изследване на топенето на арктическите ледове с данни от Sentinel-1 и ICESat-2.

Принос за международни усилия – Парижко споразумение, ООН и др.

Сателитните наблюдения подкрепят глобални инициативи за климатично действие:

- Парижко споразумение (2015) – сателитните данни се използват за проверка на ангажиментите на държавите относно емисиите на парникови газове.
- ООН и IPCC – научните доклади на Междуправителствения панел по климатични промени се базират на сателитни и наземни измервания.
- Програма GEO – глобално партньорство за наблюдение на Земята, в което участват над 100 държави.

Подпомагане на екологични програми и адаптационни мерки

Сателитните данни подпомагат националните и местни правителства в:

- Разработване на планове за адаптация към климатични промени.
- Мониторинг на биоразнообразието и защитените територии.
- Управление на горски ресурси, води и земеделие.
- Реагиране при бедствия и управление на риска.

Сателитни карти помагат на земеделци в Африка и Азия да прогнозират суши и да планират напояване.

9. Примери за конкретни сателити и мисии

За последните десетилетия множество космически агенции разработиха специализирани сателитни мисии, посветени на климатичните изследвания и мониторинга на околната среда. Някои от най-важните сред тях са:

Мисии на NASA

- Aqua (2002)

Този сателит е част от програмата Earth Observing System (EOS) на NASA. Той измерва температурите на атмосферата и океаните, нивата на влага и парникови газове. Данните му се използват за анализ на глобалния воден цикъл.

- Terra (1999)

Terra наблюдава земната повърхност, облаците, радиационния баланс и атмосферните аерозоли. Той подпомага оценката на екосистемите, използването на земята и въздействието на климатичните промени.

- ICESat-2 (2018)

Специализиран в измерването на височината на ледените покривки и гората. Помага да се следи топенето на ледовете и нивото на моретата.

Мисии на ESA – програмата „Коперник“

- Sentinel-1
Използва радарна технология за наблюдение на земната повърхност, особено полезен при облачност, наводнения и размествания на почвата.
 - Sentinel-2
Предоставя изображения с висока резолюция, полезни за мониторинг на растителността, почвите, горите и бедствия като пожари.
 - Sentinel-3
Следи океаните, морската температура, нивото на моретата, алbedo и покритие със сняг.
 - Sentinel-5P
Фокусиран върху следене на атмосферни газове и замърсяване.
- „Коперник“ прави данните публични и достъпни за всички – правителства, учени, неправителствени организации и граждани.

вс Българско участие

- Сателитът „Балкан-1“ (2025)
Първият български научен сателит, част от европейската програма „Коперник“. Той събира данни за растителността, водните ресурси, урбанизацията и други екологични показатели на Балканския полуостров.



- **Планирано съзвездие от 120 сателита**
България обяви амбициозен план за изстрелване на множество малки сателити, които ще предоставят детайлна регионална информация за климата и околната среда.
- **Партньорства с ESA и EUMETSAT**
Български институции, включително Националният институт по метеорология и хидрология, използват активно сателитни данни и участват в изследвания с международни партньори.

Приложение на сателитните данни в България

Сателитните данни вече се използват активно в България. Организации като **EUMETSAT** предоставят информация, която помага на Националния институт по метеорология и хидрология да прави по-точни прогнози за времето и да следи климатичните тенденции.

В последните години български учени използват сателитни снимки и данни, за да анализират **въздействието на климатичните промени върху горските масиви в Югозападна България**. Изследванията показват промени в растителността, повишена честота на засушавания и увеличен риск от горски пожари – всички свързани с глобалното затопляне.

Данните също така подпомагат опазването на водните ресурси, планирането на земеделието и наблюдението на урбанизацията и замърсяването на околната среда.

Заклучение

Сателитите са не просто технологии в орбита – те са очите и ушите на човечеството в битката срещу климатичната криза. Благодарение на тях ние разполагаме с безценна информация за състоянието на нашата планета: можем да следим топенето на ледовете, повишаването на морското равнище, промяната в растителността, качеството на въздуха и много други жизненоважни параметри.

Без сателитни наблюдения усилията ни за разбиране и овладяване на климатичните промени биха били като ходене в тъмното. Те предоставят основата, върху която се градят научните изследвания, екологичните политики и международните споразумения.

Поглед към бъдещето

С развитието на изкуствения интелект, квантовите технологии и миниатюризацията, бъдещите сателити ще станат още по-интелигентни, бързи и ефективни. Очаква се създаване на глобални мрежи от малки сателити, които да осигуряват непрекъснат мониторинг в реално време и да позволят още по-точни прогнози и анализи.

Ключов момент ще бъде **международното сътрудничество** – държавите ще трябва да работят заедно, да споделят данни и да обединят усилия за глобални действия.

Призив към отговорност

Борбата с климатичните промени не е задача само на учените или правителствата. Това е колективна мисия, която изисква ангажираност на всяко ниво – от глобални организации до индивидуалния избор на всеки от нас.

Да опазим Земята означава да опазим бъдещето си. А с помощта на науката, технологиите и отговорното поведение – това бъдеще може да бъде зелено, устойчиво и сигурно.



Литература:

1. European Space Agency (ESA) – Copernicus Programme. <https://www.copernicus.eu>
2. NASA Earth Observatory – <https://earthobservatory.nasa.gov>
3. NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration. <https://www.noaa.gov>
4. EUMETSAT – Европейската организация за експлоатация на метеорологични спътници. <https://www.eumetsat.int>
5. Междуправителствен панел по климатичните промени (IPCC). <https://www.ipcc.ch>
6. Българска академия на науките – Институт по космически изследвания и технологии. <http://www.space.bas.bg>
7. Списание „Наука“ – статии за климатични наблюдения и сателитни технологии (при наличие).
8. Официални документи на ООН и Парижкото споразумение – <https://unfccc.int>

АЕРОКОСМИЧЕСКИ ТЕХНОЛОГИИ В ПОМОЩ НА МЕДИЦИНАТА

Боримир Славов

Професионална гимназия по екология и биотехнологии „Проф. д-р Асен Златаров“

Ключови думи: *Аерокосмически технологии; Медицински иновации; Дистанционна диагностика*

Резюме: *Аерокосмическите технологии се превръщат във важен инструмент за напредъка на съвременната медицина. Първоначално разработени за нуждите на космическите мисии, тези технологии днес намират широко приложение в медицинската диагностика, мониторинг и лечение. Сателитните системи подпомагат телемедицината и предоставянето на здравни услуги в отдалечени райони, докато технологиите за наблюдение на жизнени показатели, създадени за астронавти, водят до развитието на прецизни медицински устройства за ежедневна употреба. Целта на настоящия текст е да представи основните области, в които аерокосмическите разработки оказват значително влияние върху медицината, както и потенциала им за бъдещи приложения.*

AEROSPACE TECHNOLOGIES IN MEDICINE SUPPORT

Borimir Slavov

Vocational High School of Ecology and Biotechnology "Prof. Dr. Asen Zlatarov"

Keywords: *Aerospace technologies; Medical innovations; Remote diagnostics*

Abstract: *Aerospace technologies have emerged as a powerful driver of progress in modern medicine. Originally developed to meet the demands of space missions, these technologies are now widely applied in medical diagnostics, monitoring, and treatment. Satellite systems enable telemedicine and healthcare access in remote regions, while astronaut health-monitoring solutions inspire the creation of precise medical devices for everyday clinical use. This text aims to outline the key areas where aerospace innovations significantly influence healthcare and to highlight their potential for future medical applications.*

Въведение

От десетилетия аерокосмическата индустрия служи като двигател за технологичен прогрес, като вложените ресурси и научни открития многократно надхвърлят първоначалните цели на космическите програми. Една от областите, които най-силно се възползват от този напредък, е медицината. Разработките, създадени за защита и наблюдение на астронавтите в екстремни условия, постепенно намират приложение в клиничната практика, превръщайки се в ключови компоненти на модерните лечебни и диагностични системи. В настоящия текст ще бъдат разгледани основните аерокосмически технологии, които днес подпомагат медицината, механизмите на тяхното приложение и перспективите, които откриват за бъдещето на здравеопазването.

I. Връзка между космическите изследвания и медицинските иновации

Космическите изследвания неизбежно изискват създаването на технологии, способни да функционират при екстремни условия — вакуум, микрогравитация, висока радиация и ограничени ресурси. За да бъде осигурена безопасността и здравето на астронавтите, се разработват сложни системи за мониторинг, поддържане на жизнени функции, прецизна

диагностика и бърза реакция при медицински инциденти. Именно тези високотехнологични решения, създадени за космоса, впоследствие намират приложение на Земята.



Съществува пряка връзка между предизвикателствата на космическите мисии и нуждите на съвременната медицина. Например, миниатюризацията на датчици и медицински апарати, първоначално разработена за ограниченото пространство на космическите кораби, става основа за модерните портативни устройства за наблюдение на пациенти. Сателитните комуникации, нужни за връзка с космическите екипажи, се трансформират в телемедицински платформи, позволяващи лекари и пациенти да взаимодействат от разстояние. По този начин аерокосмическите разработки играят ролята на катализатор, който подпомага създаването на нови медицински практики и значително подобрява ефективността на здравеопазването.

II. Аерокосмически технологии, приложими в медицината

Аерокосмическите технологии намират все по-широко приложение в медицината, като много от тях са резултат от дългогодишни космически изследвания и инженерни разработки. Те позволяват на медицината да постигне по-висока прецизност, да осигури достъп до здравни услуги в трудни условия и да подобри качеството на диагностика и лечение. Основните направления на приложение включват телемедицината, биомедицинските сензори, новите материали, роботиката и технологиите за обучение.



1. Телемедицина и сателитни системи

Сателитните комуникационни технологии, създадени за поддържане на връзка с космическите екипажи, се превръщат в основа на съвременната телемедицина. Те позволяват предоставянето на дистанционни медицински консултации, обмен на медицински данни и проследяване на пациенти в реално време, независимо от географската локация. Това е от особено значение за отдалечени региони, острови, планински райони, военни мисии и ситуации на бедствия, където достъпът до болнични услуги е затруднен.



2. Биомедицински сензори и системи за мониторинг

Технологиите за наблюдение на жизнени функции, разработени за астронавти, днес се използват широко в болници и домашни условия. Миниатюрните сензори измерват пулс, кислородна сатурация, кръвно налягане, температура и други показатели непрекъснато и без да пречат на пациента. Тези устройства са база за съвременните „умни“ медицински системи, които предупреждават за опасни промени в състоянието на пациента и позволяват по-бърза реакция на лекарите.



3. Нови материали и космически технологии в медицинските изделия

Космическата индустрия довежда до създаването на изключително здрави, леки и биосъвместими материали. Те намират приложение в различни области на медицината, например:

- **импланти и протези**, изработени от високотехнологични сплави;
- **изолационни материали**, използвани при хирургически инструменти;
- **наноматериали**, които подпомагат по-бързото заздравяване на тъкани и имат антимикробни свойства.

Тези разработки повишават безопасността и дълготрайността на медицинските изделия.



4. Роботизирани системи и автоматизация

Роботиката, развита първоначално за манипулации в космоса, се превръща в основа за прецизни хирургически работи. Тези системи позволяват извършването на минимално инвазивни операции с изключителна точност, намалявайки риска от грешки и съкращавайки периода за възстановяване. Автономните роботизирани технологии също подпомагат логистиката в болниците, транспортиране на материали и асистиране при сложни процедури.



5. Симулационни технологии и виртуална реалност

Тренажорите, използвани за обучение на космонавти, вдъхновяват развитие на медицински симулатори и VR среди. Медицинските екипи могат да тренират реакции в критични ситуации, хирургически процедури или спешни интервенции в напълно контролирана и безопасна среда. Това значително повишава подготовката на специалистите и качеството на медицинската практика.



III. Практически ползи за медицината

Аерокосмическите технологии оказват съществено влияние върху развитието на модерната медицина, като водят до конкретни и измерими ползи за пациентите, медицинските специалисти и здравната система като цяло. Приложението им не се ограничава само до високотехнологичните центрове, а постепенно навлиза в рутинната практика и в ежедневната здравна грижа. Тези ползи могат да бъдат обособени в няколко ключови направления.

1. Повишаване на точността и безопасността

Аерокосмическите технологии допринасят за значително оптимизиране на диагностичните и лечебните процеси.

- Прецизните сензори, разработени за астронавти, осигуряват високоточни измервания на жизнени показатели.
- Роботизираните хирургически системи, базирани на космическа роботика, позволяват минимално инвазивни операции с изключителна точност, което намалява риска от човешка грешка.
- Новите материали повишават безопасността на импланти, инструменти и защитно оборудване.

В резултат пациентите получават по-качествено, по-безопасно и по-ефективно лечение.

2. Разширяване на достъпа до здравни услуги

Сателитните комуникации и телемедицинските платформи дават възможност за доставка на медицинска помощ дори в най-отдалечените райони.

- Пациенти, живеещи далеч от големи градове, могат да получат консултация със специалист без да пътуват.
 - В кризисни ситуации (бедствия, военни зони) телемедицината осигурява постоянна връзка между екипите на място и специализираните центрове.
 - Дистанционният мониторинг позволява проследяване на хронично болни пациенти без необходимост от чести болнични посещения.
- Това води до по-равнопоставено здравеопазване и по-висока ефективност на системата.

3. Подобряване на диагностиката и ранното откриване на заболявания

Съвременните медицински устройства, базирани на аерокосмически разработки, подпомагат ранното диагностициране — ключов фактор за успешното лечение.

- Високочувствителни сензори откриват промени в жизнените показатели още в начален стадий.
- Сателитните изображения и аналитични системи подпомагат проследяването на епидемии, замърсяване и фактори, влияещи върху общественото здраве.
- Миниатюрните носими устройства следят здравното състояние в реално време и алармират при риск.

Тези предимства водят до навременна интервенция, по-малко усложнения и по-висока успеваемост в лечението.

IV. Предизвикателства и бъдещи перспективи

Въпреки значителните ползи от прилагането на аерокосмически технологии в медицината, процесът на тяхното навлизане в здравната система среща редица предизвикателства. Те произтичат както от високата сложност на технологиите, така и от необходимостта за адаптиране към реалните условия в болничната практика. Въпреки това перспективите за развитие са изключително обнадеждаващи и показват, че тези технологии ще заемат ключово място в бъдещето на здравеопазването.

1. Финансови и технологични бариери

Едно от основните предизвикателства е високата цена на разработването, внедряването и поддръжката на аерокосмически технологии.

- Много болници и здравни центрове не разполагат с достатъчно средства за закупуване на роботизирани системи, модерни сензори или високоспециализирани комуникационни устройства.
- Някои технологии изискват специализирана инфраструктура или обучение, което допълнително увеличава разходите.
- Бързото развитие на иновациите води до необходимост от постоянно обновяване на апаратурата.

Тези фактори затрудняват широкото разпространение, особено в страни с ограничени ресурси.

2. Интеграция в здравната система и нормативни изисквания

Друг сериозен аспект е адаптирането на новите технологии към съществуващите медицински стандарти и нормативни рамки.

- Необходимо е осигуряване на висока степен на надеждност и безопасност на устройствата, използвани в клиничната практика.
- Изисква се обучение на медицинския персонал за работа с новата апаратура.
- Данните, събирани чрез телемедицина и дистанционни сензори, трябва да бъдат защитени и обработвани съобразно стандартите за поверителност.

Интеграцията изисква координирани усилия между инженери, лекари, регулаторни органи и здравни институции.

3. Бъдещи тенденции и очаквано развитие

Въпреки предизвикателствата, перспективите са изключително благоприятни.

- Очаква се развитието на **изкуствен интелект**, който ще анализира данните от биомедицинските сензори и ще подпомага ранната диагностика.

- Миниатюризацията ще доведе до още по-леки и ефективни импланти, носими устройства и телемедицински системи.
- Роботизираната хирургия ще стане по-достъпна, по-автономна и по-прецизна.
- Сателитните технологии ще се използват за глобален мониторинг на здравни рискове и епидемични процеси.
- Виртуалната и добавената реалност ще играят ключова роля в медицинското обучение и симулациите.

Тези тенденции показват, че аерокосмическите технологии ще продължат да трансформират медицината, като я правят по-прецизна, достъпна и ефективна

Заклучение

Аерокосмическите технологии безспорно играят ключова роля в развитието на съвременната медицина. Макар да възникват като решения за нуждите на космическите мисии, техният потенциал далеч надхвърля границите на космоса и намира широко приложение в здравеопазването на Земята. Чрез телемедицината, модерните биосензори, роботизираните системи, новите материали и иновативните симулационни технологии медицината става по-прецизна, по-бърза и по-достъпна.

Въпреки съществуващите предизвикателства, свързани с внедряването на тези иновации, бъдещето изглежда обещаващо. Очаква се технологичният прогрес да направи медицинските услуги по-ефективни и персонализирани, а качеството на лечението — още по-високо. С навлизането на изкуствения интелект, усъвършенстваната роботика и новите комуникационни системи, аерокосмическите разработки ще продължат да бъдат двигател на промяната.

В крайна сметка синергията между космическите технологии и медицината представлява не само естествено продължение на научния напредък, но и гаранция за по-добро бъдеще на човешкото здраве.

Литература:

1. National Aeronautics and Space Administration (NASA). NASA Spinoff: Health and Medicine. NASA Technology Transfer Program, различни години.
2. European Space Agency (ESA). Space for Health: Applications of Space Technology in Medicine. ESA Publications, 2020.
3. Мичева, Н. Аерокосмически технологии и тяхното приложение в съвременната медицина. София: Технически университет – София, 2019.
4. Сираков, Б. Телемедицина и дистанционни здравни услуги. Медицинско издателство „Асклепий“, 2018.
5. Young, L. R. Space Physiology and Medicine: From Evidence to Practice. Springer, 2016.
6. Fong, K., & Grigoriev, A. Biomedical Research and Spaceflight: Technologies for Enhancing Human Health. Acta Astronautica, 2017.

МИКРОБИОЛОГИЯ В КОСМОСА КАК СЕ ДЪРЖАТ БАКТЕРИИТЕ ИЗВЪН ЗЕМЯТА

Виктория Кирилова

Професионална гимназия по екология и биотехнологии „Проф. Д-р Асен Златаров“

Ключови думи: Микрогравитация; Бактериален растеж; Мутации и адаптация; Космическа микробиология

Резюме: Микробиологията в условията на космоса изследва как микрогравитацията, радиацията и затворената среда влияят върху растежа, поведението и генетичните промени на бактериите. Наблюденията от Международната космическа станция показват, че някои бактерии могат да се размножават по-бързо, да образуват по-устойчиви биофилми и да проявяват повишена устойчивост към антибиотици в сравнение със същите организми на Земята. Тези промени се дължат на липсата на гравитационни сили, която променя преноса на хранителни вещества, клетъчната комуникация и стресовите реакции. Разбирането на тези процеси е от съществено значение за безопасността на астронавтите, за предотвратяване на замърсяване на космически апарати и за разработването на бъдещи мисии в дълбокия космос. Космическата микробиология предоставя ценна информация както за здравето в космоса, така и за основни биологични механизми, които могат да се приложат в медицината и биотехнологиите на Земята.

MIKROBIOLOGY IN SPACE HOW DO BACTERIA BEHAVE OUTSIDE EARTH

Victoria Kirilova

Vocational High School of Ecology and Biotechnology "Prof. D. Asen Zlatarov"

Keywords: Microgravity; Bacterial growth; Mutations and adaptation; Space microbiology

Abstract: Space microbiology examines how microgravity, cosmic radiation, and closed environments affect the growth, behavior, and genetic changes of bacteria outside Earth. Findings from the International Space Station reveal that some bacteria can reproduce more rapidly, form more resistant biofilms, and even show increased antibiotic resistance compared to their Earth-based counterparts. These changes arise from the absence of gravity-driven forces, which alters nutrient transport, cell communication, and stress responses. Understanding these mechanisms is essential for astronaut safety, preventing spacecraft contamination, and supporting future long-duration missions in deep space. Space microbiology provides valuable insights not only for maintaining health in extraterrestrial environments but also for advancing medical and biotechnological research on Earth.

Въведение

Изследването на микробиологията в космоса е едно от най-бързо развиващите се направления в съвременната наука. С разширяването на човешкото присъствие в орбита и плановете за бъдещи мисии до Луната и Марс възниква необходимостта да разберем как микроскопичните организми реагират на условия, коренно различни от земните. Бактериите, които са едни от най-адаптивните форми на живот, се оказват силно чувствителни към фактори като микрогравитация, космическа радиация и ограничена циркулация на течности и въздух. Тези условия могат да променят техния растеж, устойчивост и поведение по начини, които все още не са напълно изяснени. Знанието за това как бактериите се държат извън Земята е от решаващо значение както за здравето на астронавтите, така и за безопасността и устойчивостта на дългосрочните космически мисии. То ни помага да предвидим потенциални рискове, да създадем

по-ефективни защитни мерки и да разберем по-добре основните биологични процеси, които управляват живота в екстремни условия.

1. КРАТКА ИСТОРИЯ НА МИКРОБИОЛОГИЯТА

Изследванията на микроби в Космоса започват още в ранните години на космическата ера. През 1960 г. са направени първите експерименти с микроби в Космоса, които се осъществяват със Съветския Спутник 5, в който са изпратени не само животни, но и бактерии, за да се проучи тяхната устойчивост на космическите условия.

През 1969 г. след като човекът стъпва на Луната с мисията Аполо 11, учените започват да се замислят как земните микроби може да се държат на други планети и как да предотвратят тяхното пренасяне към Луната.

През 1998 г. с откриването на Международната космическа станция (МКС) започват дългосрочни изследвания на микробите в микрогравитацията. Това дава шанс на учените да наблюдават как се променят микробите в условията на открития Космос за периоди от месеци или години.

Днес космическата микробиология играе важна роля в подготовката на дългосрочни мисии, като тези до Марс и помага не само за разбирането на здравните рискове и вреди, но и ползите от микробите.

2. КАКВО ИЗУЧАВА МИКРОБИОЛОГИЯТА?



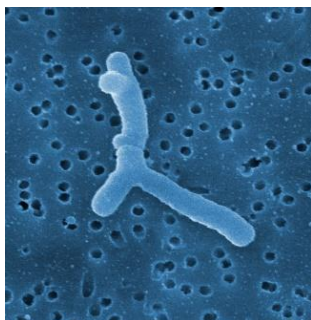
Микробиологията изучава микроорганизми като бактерии, вируси и гъбички, които са навсякъде около нас, включително и вътре в тялото ни. Но какво става с тях, когато ги изпратим в различна среда като например Космоса без гравитация, с повече радиация и изолация? Учените изследват това, за да разберат как микробите могат да повлияят на здравето и оцеляването на астронавтите.

3. КАК СЕ ДЪРЖАТ МИКРОБИТЕ ИЗВЪН ЗЕМЯТА?

Астронавтите носят със себе си естествена микрофлора от различни микроби, които могат да бъдат както полезни, така и потенциално опасни. Изследвания показват, че в условия на микрогравитация, организмът на астронавтите започва да отслабва, като основната причина за това е загубата на костна маса. Космическата радиация уврежда ДНК-то на човека, което отслабва имунната му система, правейки астронавтите по-уязвими към инфекции. Астронавтите обаче научават за тези ефекти по неволя. Още в началото на космическата ера те забелязват, че мускулите им отслабват прогресивно в условия на микрогравитация, затова днес по време на мисии те отделят по два часа дневно за упражнения със специални фитнес уреди. В същото време с мускулната атрофия започва и разтварянето на костите (остеопороза), предимно в долната част на тялото. Доказано е че за три години астронавтът би могъл да загуби около 50% от костната маса, което прави мисията до Марс практически невъзможна без подходящи решения. През последните години учените откриват, че отсъствието на гравитация води до сериозно влошаване на имунната система, породено от дисфункцията на Т-левкоцитите. В същото време, бактериите, които съществуват заедно с астронавтите, започват да се адаптират към тези условия и започват да мутират, ставайки по-устойчиви на антибиотици и по-агресивни. Така се създава опасна ситуация, в която отслабеният организъм става идеална среда за сериозни заболявания и инфекции, причинени от силните микроби. Например, бактерии като

Salmonella и Staphylococcus aureus са били наблюдавани да стават по-силни от Международната космическа станция - МКС.

4. ОПАСНИ И ПОЛЕЗНИ МИКРОБИ В КОСМОСА



Не всички микроби са вредни. На Международната космическа станция също така се изследват и полезни бактерии наречени пробиотици, които подпомагат здравето на астронавтите, а в бъдеще могат да се използват за производство на кислород, храна и лекарства при дълги мисии. Откритите досега от учените полезни бактерии и гъбички са : Lactobacillus, която поддържа здрав чревен микробиом, Bifidobacterium, която подсилва имунитета и подобрява храносмилането, гъбичката Saccharomyces cerevisiae, която предизвиква ферментация, Cyanobacteria, която произвежда кислород и храна, Deinococcus radiodurans, бактерията устойчива на космическите условия. Но следва да спомена и опасните бактерии и гъбички, застрашаващи живота на астронавтите в Космоса сред които са : Salmonella typhimurium, която е трудна за лечение, Staphylococcus aureus, която причинява инфекция, плесента Aspergillus, която предизвиква дихателни проблеми и др.



5. КАК СЕ ПРОВЕЖДАТ ЕКСПЕРИМЕНТИ НА МКС?

На МКС експериментите се провеждат по специален и добре организиран начин, защото ресурсите като време, пространство и екипаж са ограничени.

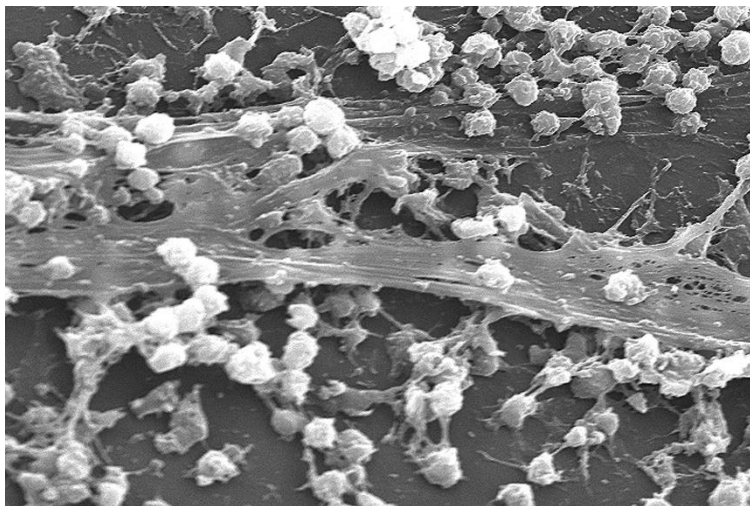
На първо място се планират експериментите, защото преди всичко, учените на Земята ги разработват. Това става като се подадат предложения до космическите агенции като NASA, ESA и JAXA, където проектите се селектират и се приоритизират, тези които използват микрогравитационната среда или тестват технологии за бъдещите мисии. Следва подготовката на оборудването и обучението на екипажа. Специализираното оборудване и материалите за експериментите се изграждат, тестват и след това се изпращат на борда на Международната космическа станция чрез товарни кораби като SpaceX, Dragon, руския товарен кораб „Прогрес“ и др. Обучението на екипажа също е от съществена важност. Астронавтите трябва задължително да преминат през обучение, извършващо се на Земята. Благодарение на него те се запознават с апаратурата и я разучават, научават се да записват данни и как да реагират при възникването на грешка.



Ето и частта с провеждането на експериментите. На МКС експериментите се провеждат в специални лаборатории, като *Destiny* (американски лабораторен модул), *Columbus* (европейски лабораторен модул) и *Kibo* (японски лабораторен модул). Някои експерименти се извършват с автоматични устройства като биореактори или инкубатори, а други изискват пряка намеса на астронавтите. Данните от експериментите се събират ръчно или автоматично като се изпращат до Земята чрез сателитни връзки или се съхраняват в товарен кораб, защото някои от експериментите е необходимо да се върнат на Земята за подробен анализ като се опаковат внимателно и се връщат с капсули като товарния кораб *Dragon*, който се характеризира с бързото връщане на товари. Следва анализирането на данните и публикуването им което води до нови научни открития в медицината, биологията, физиката и други области.

6. КАК МИКРОБИТЕ СТАВАТ ПО-АГРЕСИВНИ?

Както вече споменах микрогравитация и повишена радиация са причината микробите да мутират и да стават все по-агресивни и устойчиви на антибиотици. Също така условията в Космоса не влияят само на бактериите, а и на преносителят им-човекът, това е така защото в Космоса имунните клетки на хората се забавят и в следствие загиват, което предизвиква отслабване на имунната система, поради което астронавтите стават по-уязвими и изложени на риск от сериозни заболявания, причинени от обикновени микроби които на Земята не са толкова опасни.



Освен условията в Космоса друга предпоставка за развитието на бактериите е проблемът с хигиената на МКС, тъй като е затворена среда с повишени концентрации на въглероден диоксид това стимулира образуването на биофилм, тоест защитна обвивка от бактерии, която се прикрепя към различни повърхности в станцията като кожата, дрехите оборудването, но и се разпространяват във въздуха, който астронавтите дишат. Тези биофилми създават допълнителни рискове, тъй като в тях бактериите са по-устойчиви на

антибиотици и трудно могат да се елиминират със стандартни дезинфекционни процедури, затова екипажът редовно трябва да почиства станцията с антибактериални кърпи, да дезинфектира и да използва системи за филтрация на въздуха, но тук възниква проблемът с увреждането на полезните бактерии, които са част от микробиома на астронавтите или съществуват на борда, така балансът между елиминиране на патогенни микроби и запазване на полезната микрофлора е критичен за благосъстоянието на астронавтите. Но тъй като при дълги мисии рискът от инфекции нараствал, учените започнали да изследват еволюцията на микробите в Космоса и търсели начини да контролират поведението им.

7. ИЗПОЛЗВАНЕ НА МИКРОБИ ЗА БЪДЕЩИ МИСИИ И КАК ТЕ МОГАТ ДА ПОМАГАТ НА АСТРОНАВТИТЕ В БЪДЕЩЕТО?



Пътуването на астронавтите до Космоса е много дълго освен това там няма нито хранителни магазини, нито болнични заведения от които се нуждае всеки човек. Въпреки това в борбата за оцеляване са насреща добрите бактерии. Както споменах по-горе те се използват за производството на кислород, храна и лекарства при дълги мисии. Например на Земята въздухът и водата са пречиствани с помощта на растения(които фотосинтезират) и машини, но в Космоса контрол върху концентрацията на въглеродния диоксид осъществяват водорасли наречени, цианобактерии. Те фотосинтезират, абсорбират въглеродния диоксид и освобождават кислород, а бактерията нитробактер участва в процеса на нитрификация, при който амоняк и нитритите се преобразуват в нитрати, което е част от процеса на филтриране на водата. Тези бактерии се използват за пречистване на водата от вредните вещества. По отношение на храната, необходима на всеки индивид, астронавтите по време на полет не могат да се запасят с храна за толкова дълъг период от време, затова учените планират и тук да се използват бактерии, произвеждащи богата на протеин храна като сирене и

кисело мляко само че в Космоса и с помощта на бактерията *Lactobacillus bulgaricus*, която играе ключова роля в производството на ферментирани млечни продукти. Този процес е предизвикан от превръщането на лактозата в млечна киселина, което придава характерния вкус и текстура на тези продукти. От консумацията им има здравословни ползи, тъй като подобрява храносмилането и укрепва имунната система.

Но използването на полезни бактерии в Космоса не само че осигурява важни хранителни вещества за астронавтите, а може и да има значителна роля в производството на лекарства и пробиотици. Пробиотиците са микроорганизми, които имат положителен ефект върху здравето на червата и храносмилателната система. В Космоса екипажите често страдат от дисбаланс в чревната микрофлора поради стрес от микрогравитацията и промяната в храненето затова се налага да приемат лекарства, съдържащи бактерии като: *Lactobacillus bulgaricus*, *Bifidobacterium* или *Saccharomyces cerevisiae*.



8. ИНТЕРЕСНИ ФАКТИ ЗА БАКТЕРИИТЕ В КОСМОСА.

Микроорганизмите могат да оцелеят в Космоса дори без защита. Някои бактерии, като *Deinococcus radiodurans* издържат на вакуум, радиация и екстремни температури в открития Космос в продължение на месеци или дори години. Други като бактерията (пробиотика) *Bacillus safensis* характеризира се с подсилването на имунитета и подобряването на храносмилането се развива по-добре в такава среда, отколкото на Земята. Това било експериментално доказано в чиста стая на NASA, в която бактерията растяла по-добре в космически условия. Притеснително е че според учените на Международната космическа станция опасните бактерии стават по-устойчиви и агресивни на тези условия. Освен това микробите могат да достигнат и до другите планети. Според хипотеза, наречена панспермия бактериите оцеляват като се прикрепят на скални парчета, от други планети и така създават колония, която може да достигне до другите космически тела. За повече сигурност и безопасност освен стерилизация на станцията астронавтите на Международната космическа станция често взимат проби от повърхностите, водата и въздуха, защото ако не го правят редовно има вероятност да се размножат, най-различни и непознати на учените микроби.

9. ЗАЩО Е ВАЖНО ДА ИЗУЧАВАМЕ МИКРОБИТЕ?

В заключение ще кажа, че изучаването на микробите е изключително важно, защото с присъствието си или без него те оказват сериозно влияние върху здравето на астронавтите, както и на напредъка в бъдещите космически мисии. Тяхното въздействие върху организма може да бъде както позитивно, така и негативно, затова се делят на полезни и вредни бактерии. Негативното влияние се дължи на генната мутация, която те претърпяват при висока радиация и повишени концентрации на въглероден диоксид в станциите. За да се намалят вредите трябва редовно да се правят изследвания, да се почиства, дезинфектира и пречиства въздуха, а до този извод се стига чрез редовни проучвания. Затова е необходимо внимателно да се наблюдават микробите по време на мутация, за да се открие правилен метод чрез които учените да успяват да ги контролират и отстраняват. С добре изученото им поведение в такива условия ще се избегне не само опасността от рискови заболявания, но и ще се защити екипажът и така ще има все повече успешни мисии. От друга страна сред потенциално опасните бактерии са открити,

така наречените пробиотици , което се дължи на дългите изследвания. Благодарение на тях астронавтите могат да пречистват въздуха и водата си, да се хранят със здравословна храна и да имат достъп до естествено произведените от живи бактерии лекарства. Ако продължат да се изследват внимателно и редовно ще бъдат открити още видове, които са непознати на човечеството, но необходими.

Заклучение

Изследванията върху поведението на бактериите в космическа среда разкриват, че животът реагира по изненадващи начини, когато е подложен на условия като микрогравитация и повишена радиация. Наблюдаваните промени в растежа, образуването на биофилми и устойчивостта към антибиотици показват, че бактериите могат да се адаптират много по-бързо, отколкото очакваме. Тези открития подчертават необходимостта от задълбочени проучвания, тъй като микробите могат да представляват рискове за здравето на астронавтите и за безопасността на космическите мисии. В същото време те ни дават ценна информация за основни биологични процеси, които биха могли да доведат до нови медицински и биотехнологични решения на Земята. Разбирането на микробиологията в космоса не само ни подготвя за бъдещи експедиции в дълбокия космос, но и разширява познанията ни за самата природа на живота в екстремни условия.

Литература:

1. NASA. "Microbes in Space." *NASA.gov*. <https://www.nasa.gov>
2. ESA – European Space Agency. "Microorganisms in Space." *esa.int*. <https://www.esa.int>
3. Horneck, G., Klaus, D.M., Mancinelli, R.L. "Space microbiology." *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 2010.
4. Wilson, J.W. et al. "Space flight alters bacterial gene expression and virulence and reveals a role for global regulator Hfq." *PNAS*, 2007.
5. Статии и данни, използвани за изработката на този доклад, са обобщени от публично достъпна научна литература, сайтове на космически агенции и учебни ресурси по микробиология.

DDOS АТАКИ И ТЯХНОТО ВЪЗДЕЙСТВИЕ ВЪРХУ КОСМИЧЕСКАТА ИНФРАСТРУКТУРА И СИГУРНОСТТА

к-т стар. сержант Георги Богданов

Национален Военен Университет „Васил Левски“ – Велико Търново
e-mail: joro.bog.2003@gmail.com

Ключови думи: DDoS, космическа сигурност, критична инфраструктура, национална сигурност, кибервойна, устойчивост, защита на комуникации

Резюме: Работата разглежда влиянието на DDoS атаките върху космическата инфраструктура и сигурността на комуникационните системи. Анализирани са основните видове атаки и техният ефект върху наземни станции и сателитни мрежи. Чрез симулации са изследвани различни сценарии на натоварване и поведението на системите при високо ниво на трафик. Получените резултати показват, че DDoS атаките могат значително да намалят достъпността на критични услуги и да нарушат управлението на комуникациите. Изследването подчертава необходимостта от навременни технически и организационни мерки за защита на космическите комуникационни системи от съвременни киберзаплахи.

DDOS ATTACKS AND THEIR IMPACT ON SPACE INFRASTRUCTURE AND SECURITY

Cdt. Senior Sergeant Georgi Bogdanov

National Military University "Vasil Levski"- Veliko Tarnovo
e-mail: joro.bog.2003@gmail.com

Keywords: DDoS, space security, critical infrastructure, national security, cyber warfare, resilience, communication protection

Abstract: The study examines the impact of DDoS attacks on space infrastructure and the security of communication systems. It analyzes the main types of attacks and their effects on ground stations and satellite networks. Through simulations, various load scenarios and system behavior under high traffic conditions were explored. The obtained results show that DDoS attacks can significantly reduce the availability of critical services and disrupt communication management. The research highlights the need for timely technical and organizational measures to protect space communication systems from modern cyber threats.

Въведение

В последните десетилетия киберсигурността се превърна в един от основните приоритети на националната и международната сигурност. С развитието на цифровите технологии и глобалната свързаност, атаките тип **Distributed Denial of Service (DDoS)** представляват една от най-разпространените и ефективни заплахи за информационните и комуникационните системи [1; 2]. Те целят претоварване на мрежовите ресурси и отказ на достъп до критични услуги, което може да има сериозни последствия за държавни, военни и граждански структури.

През последните години зависимостта от **космически комуникации** – сателитни мрежи, навигационни системи и наземни станции – непрекъснато нараства [4]. Това превръща космическата инфраструктура в потенциална цел за кибератаки, включително и за DDoS кампании, които могат да нарушат управлението, наблюдението и сигурността на комуникационните канали.

Настоящата работа има за цел **да изследва влиянието на DDoS атаките върху космическата инфраструктура и комуникационните системи, както и да анализира ефективността на различни подходи за повишаване на тяхната устойчивост.** В изследването се използват симулации, чрез които се моделират различни сценарии на DDoS натоварване и се оценява поведението на системите при високо ниво на трафик.

1. Механизми и Особенности при защита от DoS и DDoS.

За да се разбере по-добре въздействието на DDoS върху космическата инфраструктура, е необходимо да се анализира тяхната архитектура и принципи на действие.

DDoS (Distributed Denial of Service) представлява **разпределена атака за отказ на услуга, при която множество компрометирани устройства изпращат голям обем трафик към определена система или сървър, с цел тя да бъде претоварена и временно недостъпна.**

Контролът върху тези компрометирани устройства се осъществява чрез командно-контролна инфраструктура (Command-and-Control, C2). Тя представлява комуникационен механизъм, чрез който операторът изпраща инструкции до всички заразени хостове [6].

В зависимост от архитектурата, C2 може да бъде:

- **Централизиран** – всички ботове комуникират с един или няколко основни контролни сървъра („устройство майка“), които издават команди като начало на атаката, продължителност и сила на натоварване.
- **Разпределен (Peer-to-Peer)** – отделните ботове обменят команди помежду си, без централен контролен възел. Това повишава устойчивостта и прави откриването по-трудно.
- **Хибриден** – комбинация от двата подхода, често използваща легитимни публични услуги (например социални мрежи или облачни платформи) като посредник за командите, за да се прикрие злонамерената активност.

Благодарение на тази архитектура атакуващият може **да координира едновременното действие на хиляди или милиони устройства от всяка точка на света**, без да има физически достъп до тях. При активиране всички ботове започват да изпращат масов трафик към целевата система, което я претоварва и я прави недостъпна за нормални потребители.

Поради своя **разпределен характер**, DDoS атаките са **значително по-трудни за откриване и неутрализиране** в сравнение с обикновените DoS атаки. Основните предизвикателства включват:

- Голям обем трафик, идващ **от легитимно изглеждащи IP адреси** (т.е. заразени реални потребители).
- **Динамично разпределение на натоварването**, което прави трудно филтрирането на отделни източници.
- **Краткотрайни и „вълнови“ атаки**, които се активират и спират на интервали, за да се избегне откриване.
- Използване на **усложнени методи за маскиране**, включително криптирани комуникации и фалшифицирани IP адреси.

1.1. Основни механизми на въздействие на DDoS атаките

За да се разбере по-добре въздействието на DDoS върху комуникационните и космическите системи, е важно да се разгледат основните механизми, чрез които подобни атаки нарушават нормалната работа на мрежите.

1. **Наситеност на линка** – при голям обем трафик каналът за комуникация се запълва и легитимните заявки не могат да преминат. В космическите комуникации това може да доведе до забавяне или загуба на команди и телеметрия [2].
2. **Изчерпване на ресурси на мрежови устройства** – рутери и комутатори могат да достигнат лимита на обработка на връзки, което временно прекъсва достъпа до системите за управление.
3. **Претоварване на приложни ресурси** – сървърите, които обслужват заявки, се претоварват и започват да връщат грешки или забавени отговори.
4. **Опашки и закъснения** – натрупването на заявки води до по-дълго време за отговор. При космическите операции това може да наруши синхронизацията между наземните станции и спътниците.
5. **Деградация на зависими услуги** – отказ на услуги като DNS, удостоверяване или синхронизация може да доведе до верижни откази в системата.
6. **Оперативна блокада** – забавяне или недостъпност на интерфейсите за операторите може да ограничи способността им за навременна реакция при критични събития.

Проведените по-късно експерименти с инструментите *k6* и *BlazeMeter* целят да моделират именно тези ефекти и да оценят до каква степен натоварването на комуникационните услуги може да наруши достъпността и устойчивостта на критични елементи от космическата инфраструктура. Въз основа на тези механизми бяха дефинирани параметрите и сценарият на провежданото изследване, описано в следващия раздел.

2. Характеристика на DDoS атаки.

DoS и DDoS атаките могат да бъдат характеризирани чрез три основни параметъра, които определят тяхната структура и интензивност: общ брой участващи устройства (total users), продължителност на атаката (duration) и време за нарастване на натоварването (ramp-up time).

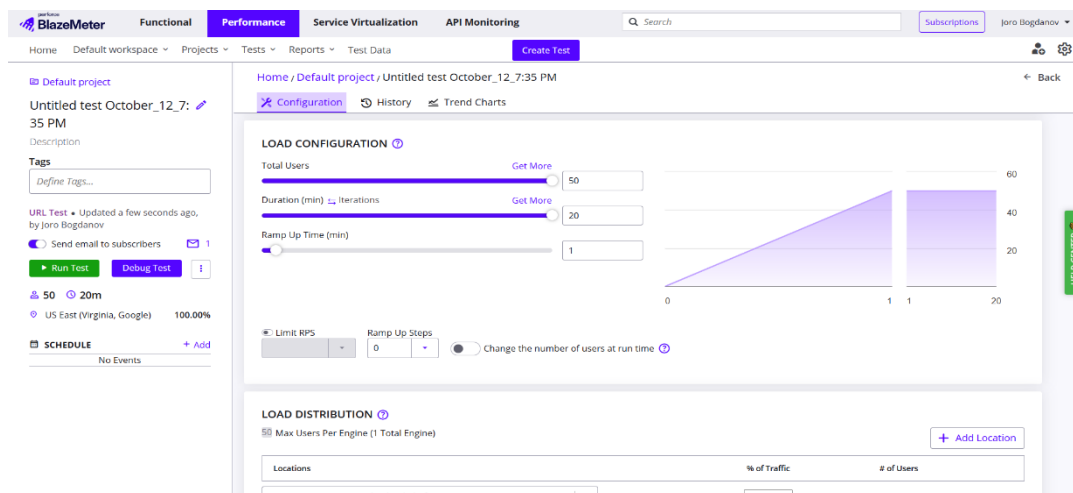
- Общ брой участващи устройства (total users) — този параметър обозначава броя на източниците (реални или симулирани), които генерират трафик към целевата система. В контекста на DDoS атаките това обикновено съответства на броя компрометирани хостове в ботнет структурата. Колкото по-голям е броят на източниците, толкова по-висок е обемът на генерирания трафик и съответно — натискът върху мрежовата инфраструктура.
- Продължителност (duration) — представлява времевият интервал, в който атаката се извършва активно. Този параметър е ключов за анализа на устойчивостта на системата и нейните защитни механизми. По-дългите атаки обикновено изискват постоянна координация на ботнет мрежата и водят до по-сериозно изчерпване на ресурсите на целта.
- Време за нарастване на натоварването (ramp-up time) — това е периодът, необходим за достигане на пълния интензитет на атаката. Обикновено атаките не започват внезапно с максимален трафик, а се развиват постепенно, като броят на активните източници и честотата на заявките се увеличават във времето. Този подход затруднява ранното откриване от системите за защита, тъй като атаката наподобява нормално увеличение на потребителската активност.

Въз основа на тези три параметъра може да бъде генериран тестов сценарий, чрез който се симулира реално натоварване върху системата. Целта на подобен тест е да се оцени способността на инфраструктурата да реагира на внезапно или постепенно увеличаващо се мрежово натоварване, както и ефективността на внедрените защитни механизми срещу DoS и DDoS атаки.

Получените резултати позволяват анализ на праговете на устойчивост, капацитета на мрежата и точките на отказ, което е важно при разработването на стратегии за превенция и оптимизация на сигурността.

2.1 Blaze Meter

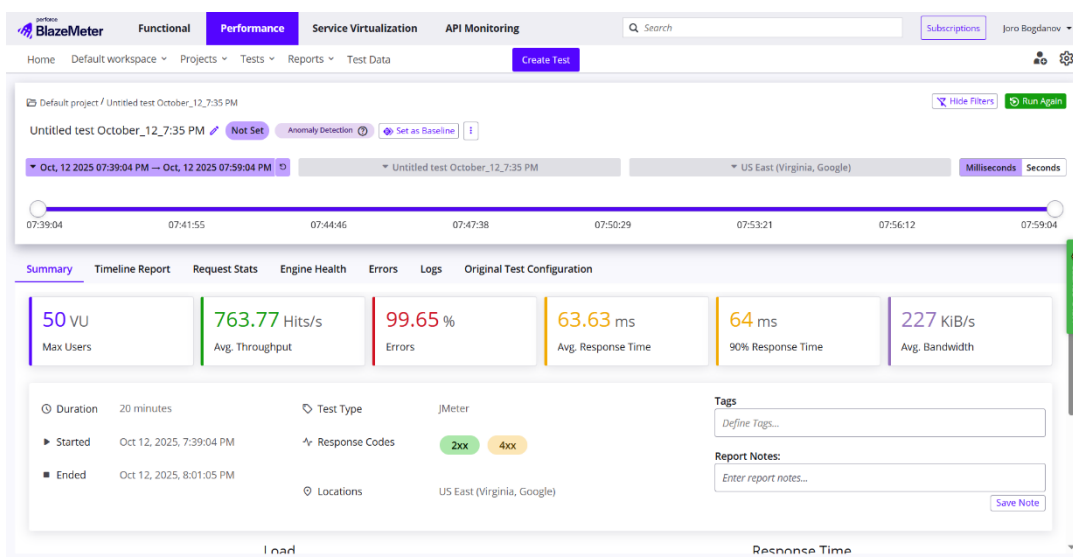
BlazeMeter представлява онлайн платформа (<https://www.blazemeter.com>), предназначена за тестване на производителността и натоварването на уеб приложения и сайтове. Чрез нея могат да се създават, изпълняват и анализират различни тестове, които оценяват стабилността и реакцията на системите при повишен трафик (**фиг. 1**). Приложението осигурява на разработчици, системни администратори и изследователи възможността да моделират реални потребителски сценарии в контролирана среда и да проследят поведението на сървърите при различни условия.



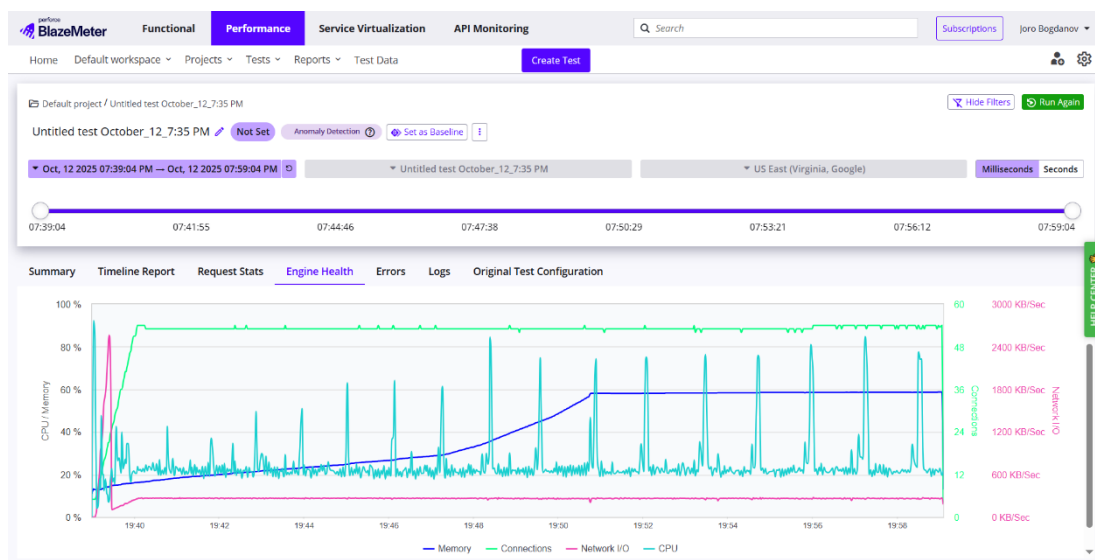
Фиг. 1. Интерфейс на платформата Blaze

Интерфейсът на BlazeMeter е опростен и лесен за използване, като позволява провеждането на тестове с до 50 виртуални потребителя, измерване на производителност, устойчивост и стрес, както и работа с различни мрежови протоколи (HTTP, HTTPS) и формати. Платформата поддържа изпращане на трафик от различни географски точки и предлага визуализиране на резултатите в реално време (**фиг. 2**).

Резултатите от експериментите показват, че при по-голям брой едновременни заявки системата започва да губи стабилност и да изчерпва ресурсите си. Това ясно се вижда от графиките, отразяващи динамиката на натоварването и реакцията на сървъра (**фиг. 3**). Наблюдава се, че при постепенно повишаване на трафика производителността остава относително стабилна до определен праг, след който започват забавения и грешки при обработка на заявките (**фиг. 4**).

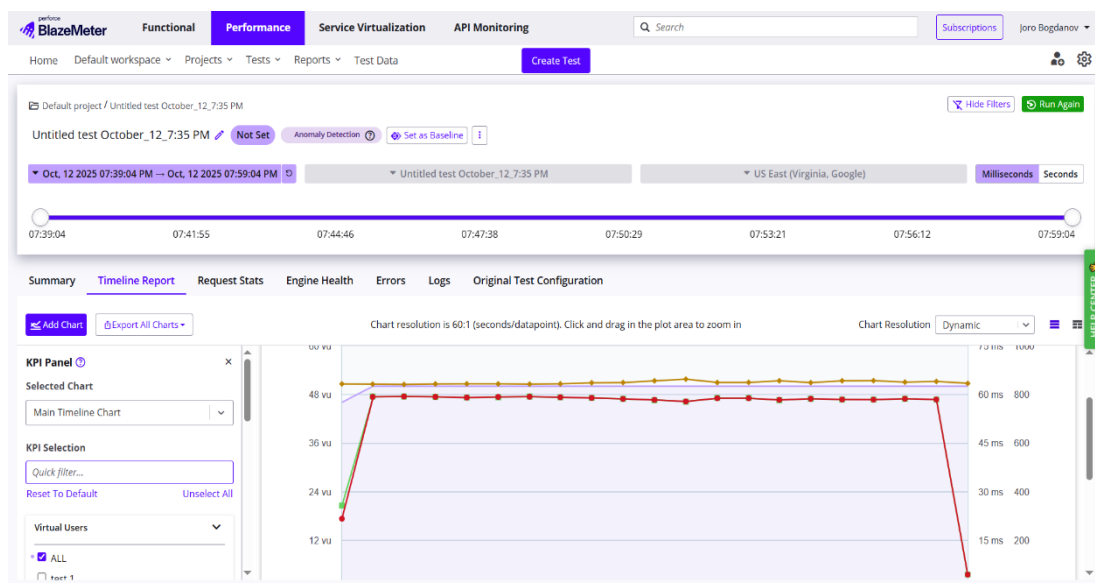


Фиг.2. Обобщение на изследването.



Фиг. 3. Мониторинг на системните показатели.

Тези наблюдения потвърждават, че при високо натоварване е необходимо внедряване на по-гъвкави механизми за управление на ресурсите и балансиране на заявките. Изводите от тестовите подчертават значението на оптимизацията на инфраструктурата за постигане на по-добра устойчивост при реални DDoS сценарии.



Фиг. 4. Динамика на грешките и времето за отговор при симулирано натоварване.

2.2 K6

K6 е съвременен инструмент с отворен код (<https://k6.io>), предназначен за тестване на производителността, натоварването и устойчивостта на уеб приложения. Той позволява както локално изпълнение на тестове, така и провеждане на изпитвания в облачна среда, което го прави изключително гъвкав и подходящ за различни сценарии на анализ (фиг 5).

Едно от основните предимства на K6 е възможността за детайлно конфигуриране на тестовите параметри – броя на виртуалните потребители, броя на етапите на натоварване,

продължителността на теста и задаване на конкретни прагове за производителност. По този начин потребителят има пълен контрол върху начина, по който се симулира мрежовият трафик, както и върху анализа на получените резултати (фиг 6).

След приключване на теста, инструментът автоматично генерира подробен отчет в командния ред, който съдържа ключови показатели за поведението на системата – средно време за отговор, процент на грешки, брой успешни проверки и обем на пренесените данни. Тази информация предоставя реалистична представа за стабилността и ефективността на тествания ресурс при различни натоварвания.

В сравнение с други решения, K6 предлага по-голяма свобода при дефинирането на сценарии и по-прецизен контрол върху натоварването, което го прави предпочитан инструмент за инженерни и изследователски цели. Получените резултати позволяват да се оцени капацитетът на системата и нейната устойчивост при висока активност на потребители, което е от съществено значение за разработването на стратегии за защита срещу DoS и DDoS атаки.

```

C:\Windows\system32\cmd.exe - k6 run test.js
Microsoft Windows [Version 10.0.19045.6332]
(c) Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\Bogdanovici>cd C:\k6_tests

C:\k6_tests>dir
Volume in drive C is System
Volume Serial Number is 4688-0A60

Directory of C:\k6_tests

12.10.2025  r. 22:55  <DIR>
12.10.2025  r. 22:55  <DIR>
08.10.2025  r. 23:39  1 009 new 1.txt
09.10.2025  r. 11:55  1 007 on.js
09.10.2025  r. 11:09  1 023 oplo.js
08.10.2025  r. 23:47  1 016 oaz.js
08.10.2025  r. 23:47  1 016 que.js
12.10.2025  r. 22:55  009 test.js
6 File(s)          9 130 bytes
2 Dir(s)          100 950 040 576 bytes free

C:\k6_tests>k6 run test.js

      Grafana
      K6

execution: local
script: test.js
output:

scenarios: (100.00%) 1 scenario, 50 max VUs, 17m30s max duration (incl. graceful stop):
  * default: Up to 50 looping VUs for 17m30s over 4 stages (gracefulRampDown: 30s, gracefulStop: 30s)

Running (00m12.1s), 00/50 VUs, 4 complete and 0 interrupted iterations
default [-----] 00/50 VUs  00m12.1s/17m30.0s
  
```

Фиг. 5. Файлове за извършване на тестове с K6.

```

scenarios: (100.00%) 1 scenario, 50 max VUs, 17m30s max duration (incl. graceful stop):
  * default: Up to 50 looping VUs for 17m30s over 4 stages (gracefulRampDown: 30s, gracefulStop: 30s)

THRESHOLDS
http_req_duration
  [p(95)<1000] p(95)=148.42ms
http_req_failed
  [rate<0.02] rate=0.00%

TOTAL RESULTS
checks_total.....: 29522 28.879549/s
checks_succeeded...: 50.95% 15063 out of 29522
checks_failed.....: 49.04% 14479 out of 29522

[status 200]
[is html]

HTTP
http_req_duration.....: avg=253.07ms min=161.72ms med=185.08ms max=55.49s p(90)=220.02ms p(95)=348.42ms
  ( expected_response=true )...: avg=197.25ms min=167.01ms med=195.44ms max=266.24ms p(90)=210.57ms p(95)=222.63ms
http_req_failed.....: 0.00% 14479 out of 14761
http_req.....: 14761 14.439274/s

EXECUTION
iteration_duration.....: avg=2.74s min=1.17s med=2.72s max=50.14s p(90)=3.93s p(95)=4.07s
iterations.....: 14761 14.439274/s
VUs.....: 1 min=1 max=50
VUs_max.....: 50 min=50 max=50

NETWORK
data_received.....: 4.2 MB 4.1 kB/s
data_sent.....: 1.5 MB 1.5 kB/s

Running (17m02.3s), 00/50 VUs, 14761 complete and 0 interrupted iterations
default [-----] 00/50 VUs  17m02.3s/17m30.0s
[1002] thresholds on metrics 'http_req_failed' have been crossed

C:\k6_tests>
  
```

Фиг. 6. Резултат от "test.js".

2.3 Сравнителен анализ.

За изследването беше използван URL адрес, предназначен за тестови цели – http://www.testingmcafeesites.com/testrep_yellow.html, който симулира реален уебсайт с базова защита. Тестът бе проведен с помощта на двата инструмента **BlazeMeter** и **k6**, като целта беше да се анализира поведението на на наситеност на комуникационния канал. При увеличаване на броя виртуални потребители и интензивността на HTTP заявките - латентността на отговорите нараства, а процентът на успешни заявки намалява. Това показва, че каналът между клиента и сървъра се запълва и възникват закъснения и загуба на пакети.

В контекста на космическите комуникации, подобно състояние може да се приеме като модел на претоварване на канал за връзка между наземна станция и спътник. Ако мрежовият трафик достигне или надмине капацитета на системата, критични данни – като команди за управление или телеметрия – могат да бъдат забавени или изгубени, което да доведе до временна загуба на контрол и нарушаване на оперативната сигурност [5].

- При 150 виртуални потребители (VU) и 10-минутен период на натоварване, р95 латентността се увеличи от 200 ms до 2.3 s, а успешните заявки намаляха с около 6%.

Заклучение.

Настоящото изследване демонстрира как чрез контролирани натоварващи тестове с инструментите *k6* и *BlazeMeter* могат да се моделират и анализират ефектите на DDoS атаки върху комуникационните системи. Получените резултати показват, че при повишено мрежово натоварване настъпва увеличение на латентността, спад в процента на успешни заявки и временна недостъпност на услугите. Тези прояви съответстват на реални сценарии на претоварване и наситеност на комуникационните канали в наземни станции и контролни центрове [3].

В контекста на **космическата сигурност**, подобни събития могат да доведат до частична или пълна загуба на контрол върху критични системи, забавяне в предаването на телеметрия и нарушаване на синхронизацията между наземната и орбиталната инфраструктура. Това потвърждава, че DDoS атаките не представляват само мрежов риск, а сериозна заплаха за технологичната и национална сигурност [7].

Въз основа на проведените експерименти се подчертава необходимостта от интегрирани мерки за защита — включително ранно откриване на необичайно натоварване, приоритизиране на критичния трафик и осигуряване на резервни комуникационни канали. Резултатите могат да послужат като основа за бъдещи симулации и за разработване на стратегии за **повишаване на устойчивостта и надеждността на космическата инфраструктура** срещу съвременни киберзаплахи.

Литература

1. Kaspersky Lab. *What is a DDoS Attack?* (2024). Достъпно на: <https://www.kaspersky.com/resource-center/definitions/ddos-attacks>
2. Cloudflare. *Understanding DDoS Attacks – Types and Mitigation Strategies*. (2024). Достъпно на: <https://www.cloudflare.com/learning/ddos/what-is-a-ddos-attack>
3. National Institute of Standards and Technology (NIST). *Guide to Intrusion Detection and Prevention Systems (IDPS)*, NIST Special Publication 800-94, Gaithersburg, MD, 2021.
4. CISA (Cybersecurity and Infrastructure Security Agency). *Defending Against Distributed Denial of Service Attacks*. (2022). Достъпно на: <https://www.cisa.gov/resources-tools/resources/defending-against-ddos-attacks>
5. CERT-EU (Computer Emergency Response Team for the EU Institutions). *DDoS Attacks – Detection, Analysis and Mitigation*. (2023).
6. Mirkovic, J., & Reiher, P. *A Taxonomy of DDoS Attack and DDoS Defense Mechanisms*. ACM SIGCOMM Computer Communication Review, Vol. 34, No. 2, 2004.
7. Department of Defense (U.S.). *Cybersecurity Strategy for the Department of Defense*. Washington, D.C., 2022.

КОСМИЧЕСКО ЗЕМЕДЕРИЕ – ВЪЗМОЖНО ЛИ Е ОТГЛЕЖДАНЕТО НА ХРАНА В КОСМОСА

Иван Казаков

Професионална гимназия по екология и биотехнологии „Проф. Д-р Асен Златаров“ гр. София

Ключови думи: *Хидропоника / Аеропоника; Микрогравитация; Жизнена поддръжка в космоса; Космически оранжерии / биорегенеративни системи*

Резюме: *Темата разглежда възможностите и предизвикателствата пред отглеждането на храна в открития Космос. С развитието на дългосрочни космически мисии и планове за колонии на Луната и Марс, въпросът за осигуряването на прясна храна става жизненоважен. Проектът изследва съвременните технологии за космическо земеделие – хидропонни и аеропонни системи, рециклиране на вода и хранителни вещества, контрол на осветлението и микрогравитацията. Разглеждат се опитите на Международната космическа станция и научните постижения в областта на биорегенеративните системи. Акцентът е върху устойчивото производство на храна в Космоса като ключов елемент за бъдещото оцеляване и независимост на човечеството при изследване на други светове.*

SPACE FARMING – IS IT POSSIBLE TO GROW FOOD IN SPACE?

Ivan Kazakov

Vocational High School of Ecology and Biotechnology "Prof. Dr. Asen Zlatarov" Sofia

Keywords: *Hydroponics / Aeroponics; Microgravity; Life support in space; Space greenhouses / bioregenerative systems*

Abstract: *The topic explores the possibilities and challenges of growing food in outer space. As long-term missions and plans for lunar and Martian colonies progress, ensuring a sustainable food supply becomes essential. The project examines modern space farming technologies such as hydroponic and aeroponic systems, water and nutrient recycling, and the control of light and microgravity conditions. It highlights experiments conducted on the International Space Station and advances in bioregenerative life-support systems. The focus is on sustainable food production in space as a vital step toward humanity's independence and survival in future planetary exploration.*

Въведение

От векове човекът гледа към звездите и мечтае един ден да живее сред тях. Днес тези мечти започват да се превръщат в реалност – благодарение на напредъка на науката и технологиите вече можем да изпращаме мисии до Луната, Марс и отвъд. Но за да живеем извън Земята, ни е нужно нещо много по-важно от ракети и роботи – храна.

Храната е основата на живота. Без нея не можем да оцелеем, а изпращането на достатъчно хранителни запаси от Земята е невъзможно при дълги мисии. Затова учените по целия свят търсят отговор на един важен въпрос: възможно ли е да отглеждаме храна в космоса?

Тази идея, наречена космическо земеделие (space farming), вече е част от реалността. На Международната космическа станция астронавтите успешно са отглеждали маруля, репички, пшеница и люти чушки. Тези експерименти доказват, че растенията могат да растат и да се развиват дори в условия на безтегловност, стига да получават нужните ресурси – вода, светлина и хранителни вещества.



Космическото земеделие има огромно значение за бъдещето на човечеството. То е ключ към дългосрочното присъствие на човека в Космоса – било то на Луната, на Марс или на орбитални станции. Освен това растенията могат да помогнат и за рециклиране на въздуха и водата, като превръщат въглеродния диоксид в кислород и влагат отпадъците от екипажа в нов растежен цикъл. Така те се превръщат в част от един затворен биологичен кръговрат, където нищо не се губи.

Условията в космоса

Растенията в космоса се сблъскват с уникални предизвикателства:

- Безтегловност – влияе върху движението на вода и хранителни вещества.
- Липса на почва – изисква нови методи като хидропоника или аеропоника.
- Радиация – може да увреди ДНК на растенията.
- Ограничена светлина и въздух – налага използване на изкуствени среди и контролирана среда.

Технологии за космическо земеделие

- Хидропонни системи – растенията растат без почва, във вода с хранителни вещества.
- Аеропонни системи – корените са във въздуха и се оросяват с разтвор.
- LED осветление – осигурява подходящ спектър светлина за фотосинтеза.
- Контрол на атмосферата – управление на CO₂, температура и влажност.



Аеропонни системи – растения, отглеждани във въздуха. Аеропонните системи са високотехнологичен метод за отглеждане на растения без почва и без постоянен контакт с вода. При тях корените на растенията висят свободно във въздуха вътре в затворена камера и се оросяват периодично с фин аерозолен облак от хранителен разтвор. Този метод е особено

подходящ за космическа среда, защото позволява максимална ефективност на вода и хранителни вещества, без да има тежка почва, течащи резервоари или риск от замърсяване.



В космоса няма естествена дневна и нощна смяна, затова растенията се нуждаят от изкуствен източник на светлина, за да извършват фотосинтеза.

Съвременните технологии използват LED лампи (диодно осветление), които могат да излъчват точно определени цветове от светлинния спектър – обикновено синьо и червено, тъй като това са дължините на вълните, които растенията усвояват най-ефективно.

Реални експерименти

На Международната космическа станция са отгледани редица растения – маруля, зеле, репички и дори люти чушки. Астронавтите са ги опитвали успешно, което доказва, че растенията могат да завършат жизнения си цикъл в микрогравитация. Проектите на NASA и ESA, като Veggie и Lunar Greenhouse, са първи стъпки към самостоятелно производство на храна в космоса.



Предизвикателства и решения

Основни трудности и техните възможни решения:

- Липса на гравитация → въртящи се оранжерии за изкуствена гравитация.
- Радиация → защитни щитове от реголит или вода.
- Липса на вода → затворен воден цикъл и рециклиране.
- Липса на почва → хидропонни и аеропонни системи.
- Контрол на въздуха → системи за филтриране и регенерация на кислород.



Собствена идея – „Жив зелен купол“

Моята идея е въртяща се мини-оранжерия, наречена „Жив зелен купол“. Тя създава изкуствена гравитация чрез въртене, като в нея се отглеждат растения с помощта на хидропонна система и LED осветление. Част от водата и въглеродния диоксид от екипажа се използват повторно, а растенията произвеждат кислород и храна. Така се създава самоподдържащ се екологичен цикъл – идеален за дълги мисии.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изследванията върху космическото земеделие показват, че отглеждането на храна извън Земята вече не е научна фантастика, а реална възможност, развиваща се с бързи темпове. Опитите на Международната космическа станция доказват, че растенията могат да се приспособят към условията на микрогравитация, стига да разполагат с подходяща светлина, вода и контролирана среда. Технологии като хидропониката и аеропониката дават възможност за пълноценно производство на свежи зеленчуци без почва, а биорегенеративните системи обещават затворени цикли, в които отпадъците се превръщат в ресурси. Макар все още да съществуват предизвикателства – например ограниченото пространство, трудностите при опрашване и високата цена на оборудването – прогресът е очевиден. Космическото земеделие е ключов елемент за бъдещи дългосрочни мисии до Луната и Марс, както и за евентуални колонии в дълбокия космос. То не само ще осигурява храна за астронавтите, но и ще допринесе за психическото им благополучие и устойчивостта на живот извън Земята. В този смисъл можем да кажем, че отглеждането на храна в космоса е не просто възможно, а неизбежна част от бъдещето на човечеството.

Литература:

1. NASA (2024). Space Power Systems Overview. <https://www.nasa.gov/spacepower>
2. ESA (2023). Solar Power Satellites and Energy Transmission in Space. <https://www.esa.int>
3. Kruyer, S., & Amador, A. (2021). Designing the Bioproduction of Martian Rocket Propellant. Georgia Tech / NASA NIAC.
4. National Geographic (2022). How Spacecraft Get Their Power. <https://www.nationalgeographic.com>
5. Wageningen University. Plants Grown on Lunar and Martian Soil Simulants.
6. NASA JPL (2023). RTG: Powering Space Exploration Beyond the Sun. <https://www.jpl.nasa.gov>
7. Georgia Tech News Center (2021). Bioreactors Could Create Rocket Fuel on Mars. <https://news.gatech.edu>
8. Britannica Kids (2024). Solar Energy in Space. <https://kids.britannica.com>

КОСМИЧЕСКИ ОТПАДЪЦИ – ЗАПЛАХИ И РЕШЕНИЯ ЗА БЪДЕЩЕТО НА ОКОЛОЗЕМНАТА ОРБИТА

Мария Вацева

Професионална гимназия по екология и биотехнологии „Проф. Д-р Асен Златаров“

Ключови думи: Космически отпадъци / космически боклук; Орбитални сблъсъци; Проследяване и управление на орбити; Деорбитиране / премахване на отпадъци

Резюме: Темата разглежда нарастващия проблем с космическите отпадъци и неговото въздействие върху безопасността на орбиталните полети и устойчивото използване на космоса. С увеличаването на броя на спътниците и изстрелванията, орбитата около Земята се изпълва с излезли от употреба обекти – стари спътници, ракети и фрагменти от сблъсъци. Тези отпадъци представляват сериозна заплаха за активните космически мисии и Международната космическа станция. Проектът представя основните решения за ограничаване на замърсяването – технологии за почистване на орбитата, използване на материали, които се самоунищожават, и въвеждането на международни правила за отговорно управление на космическите дейности. Акцентът е върху необходимостта от глобално сътрудничество за опазване на орбиталната среда за бъдещите поколения.

SPACE DEBRIS – THREATS AND SOLUTIONS FOR FUTURE OF LOW – EARTH ORBIT

Maria Vatsava

Vocational High School of Ecology and Biotechnology "Prof. Dr. Asen Zlatarov

Keywords: Space debris; Orbital collisions; Space situational awareness (SSA); Debris removal / deorbiting technologies

Abstract:

The topic examines the growing issue of space debris and its impact on the safety of orbital missions and the sustainable use of outer space. With the increasing number of satellites and rocket launches, Earth's orbit has become cluttered with defunct objects—retired satellites, rocket stages, and collision fragments. These debris pose a serious threat to active missions and the International Space Station. The project presents key solutions such as debris removal technologies, the use of self-destructing materials, and the establishment of international regulations for responsible space operations. The focus is on the importance of global cooperation to preserve the orbital environment for future generations.

Въведение

С нарастващия интерес към Космоса и бързото развитие на космическите технологии, околоземното пространство се превърна в арена на безпрецедентна човешка активност. В орбита около Земята се намират хиляди активни сателити, но също така и стотици хиляди фрагменти от излезли от употреба спътници, части от ракети и дори малки винтове и болтове – всички те формират т.нар. космически отпадъци.

Тези отпадъци, движещи се с огромна скорост, представляват сериозна заплаха както за настоящите и бъдещите космически мисии, така и за безопасността на астронавтите. Само един малък фрагмент с големина на гайка може да причини катастрофални щети при сблъсък със сателит или космическа станция.

В този доклад ще разгледаме естеството и произхода на космическите отпадъци, техните потенциални заплахи за технологичната и научната дейност в орбита, както и възможните решения – от превантивни мерки до иновативни технологии за почистване на орбитата. Защото бъдещето на Космоса зависи не само от нашите мечти, но и от нашата отговорност.



Космически отпадъци и тяхната класификация

Космическите отломки, познати още като *космически боклук*, са елементи от нефункциониращи обекти. Те обикалят в орбита около Земята и включват неактивни сателити, изхвърлени ракетни степени и части от минали космически мисии. Космическите отпадъци са сериозен проблем, тъй като са концентрирани в зоната, където орбитират спътниците и другите функциониращи космически апарати. Съвпадение на орбитите на работещ апарат с отломка може да доведе до сблъсък и повреда.

Към 2009 г. броят на останките, по-големи от 5 см, е 19 000. Космическите останки в орбита до 2000 km и размер над 1 см наброяват около 300 000. За сравнение Международната космическа станция (МКС) е разположена на 300 – 400 km над Земята.

Рисковете от космически отпадъци са сериозни и се увеличават с времето. Дори малки отломки могат да нанесат значителни щети, тъй като се движат с огромни скорости. Това застрашава функциониращи сателити, Международната космическа станция (МКС) и мисии с хора, дори микроскопичен отпадък може да пробие корпуса и да застраши живота на екипажа. Унищожаването на сателити от космически отпадъци може да доведе до прекъсвания на телекомуникации, метеорологични прогнози и други услуги от критично значение.

Класификация на космическите отпадъци

Космическите отпадъци, известни още като „космически боклук“ или **орбитални отпадъци**, обхващат всички изкуствени обекти в орбита около Земята, които вече не изпълняват полезна функция. Те могат да бъдат класифицирани по различни признаци:

✓ **Според размера**

- **Големи обекти** – неработещи сателити, части от ракети (етажи, бустери), цели корпуси.
- **Средни обекти** – панели, резервоари, елементи от разрушени сателити.
- **Малки фрагменти** – винтове, парчета боя, метални фрагменти от сблъсъци или експлозии (под 10 см).
- **Микрочастици** – невидими за радари, но потенциално опасни при висока скорост.

✓ **Според орбитата**

- **Ниска околоземна орбита (LEO)** – до 2000 km; най-замърсената зона, използвана от МКС и много сателити.
- **Средна орбита (MEO)** – 2000 – 35 786 km; използвана от GPS и навигационни системи.
- **Геостационарна орбита (GEO)** – около 35 786 km; за телекомуникационни сателити, трудно достъпна за почистване.
- **Свръхгеостационарни орбити** – над GEO, където понякога се „паркират“ изведени от експлоатация сателити.

✓ **Според произхода**

- **Планирани отпадъци** – от изстрелвания: разделени елементи от ракети, капаци, адаптери.

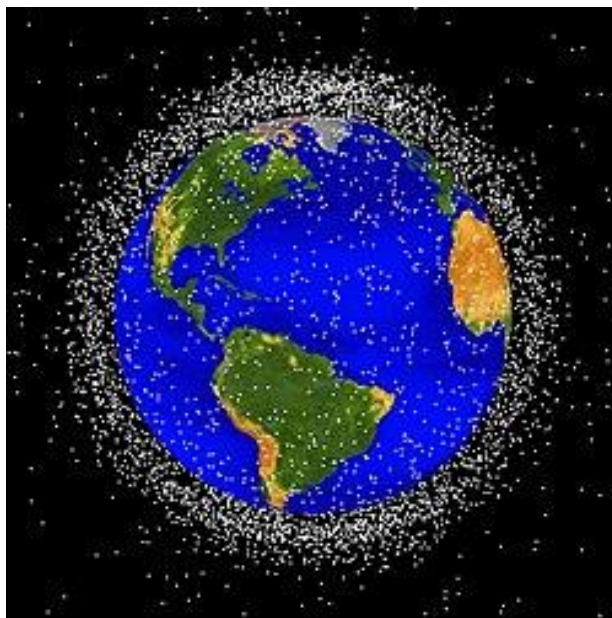
- **Непланирани отпадъци** – от аварии, сблъсъци или експлозии.
- **Секундарни отпадъци** – от дейности на астронавти (инструменти, ръкавици, чанти и дори четки за зъби!).



Заплахи, произтичащи от космическите отпадъци

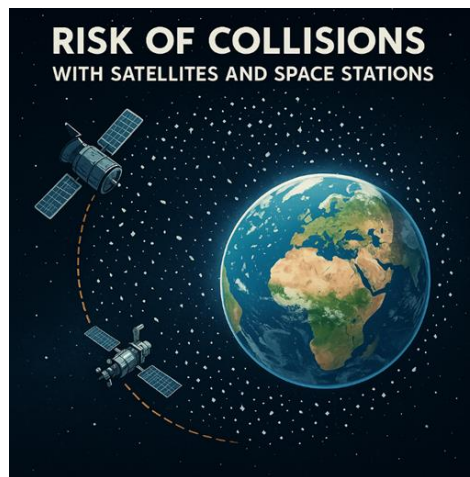
Натрупването на космически отпадъци в орбита около Земята не е просто естетически проблем – то представлява сериозна и нарастваща заплаха за космическите технологии, безопасността на хората в Космоса и самата възможност за бъдещи изстрелвания.

Тази компютърно генерирана графика от NASA показва разпределението на обектите в орбита около Земята, като около 95% от тях са космически отпадъци. Точките представляват текущото местоположение на всеки обект.



Риск от сблъсъци със сателити и космически станции

Дори най-малък фрагмент, движещ се със скорост от над 28 000 km/h, може да нанесе фатални щети на активен сателит или космически кораб. Повреди по сателити могат да прекъснат комуникации, навигация, метеорологични прогнози и наблюдение на климата.



През 2009 г. руски военен сателит се сблъсква с американския Iridium 33, създавайки над 2000 фрагмента отпадъци.

Синдромът на Кеслер



Теоретично описание от НАСА инженера Доналд Кеслер (1978), според което при прекалено много отпадъци в орбита, сблъсъците могат да станат верижни и неконтролируеми. Така се създава опасна „облака от отломки“, който може да направи определени орбити неизползваеми за десетилетия.

Опасност за астронавтите

МКС и други обитаеми модули имат специални щитове, но при евентуален удар от бърз движещ се фрагмент, последиците могат да бъдат катастрофални. При излизане в открит Космос, дори микрочастици представляват заплаха за живота.

Повреди в глобалните услуги

Сателити, които осигуряват интернет, телевизия, GPS, авиационен контрол и военни комуникации, могат да бъдат засегнати. Нарушаването на тези услуги би имало огромен социален и икономически ефект.

Ограничения за бъдещи мисии

С нарастващата гъстота на отпадъци в ниската орбита, изстрелванията на нови сателити и мисии (включително до Луната и Марс) стават по-сложни, скъпи и рискови.

Решения и технологии за справяне с космическите отпадъци

Макар проблемът с космическите отпадъци да изглежда тревожен, учените, инженерите и международните институции активно търсят и прилагат решения за опазване на околоземното пространство. Подходите са разнообразни – от превенция до иновативни методи за активна намеса.

Превантивни мерки

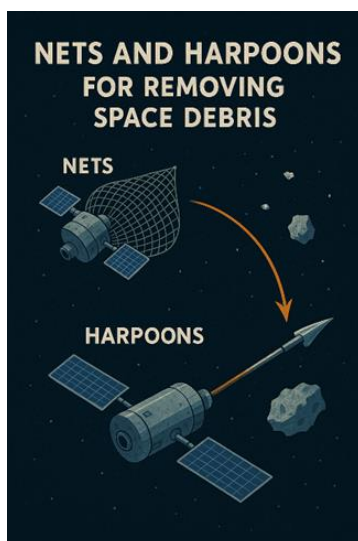
- **Проектиране на сателити с ограничен живот**, които изгарят при повторно навлизане в атмосферата.
- **Контролирано изтегляне на сателити** в "гробнищни орбити" или в атмосферата за разрушаване.



- **Автоматично обезвреждане** след края на мисията – изпускане на гориво, изключване на батерии.
- **Модулни компоненти**, които се отделят и се изстрелват отделно, за да се намали рискът от разпад.

Технологии за премахване на отпадъци

- **Мрежи и харпуни** – улавят неработещи сателити и ги изтеглят към атмосферата (пример: мисия RemoveDEBRIS).



- **Лазери** – използване на земни или космически лазери за промяна на траекторията и изгаряне.
- **Роботизирани ръце и дроне** – прикрепване към отпадъци и насочване към деорбитиране.

Магнитни системи – особено ефективни при метални фрагменти на ниска орбита.



Един от иновативните методи за справяне с орбиталните отпадъци е използването на **магнитни системи**. Те са базирани на принципа на електромагнетизма и могат да се използват за привличане и контролирано движение на фрагменти от космически боклук, особено ако те съдържат **ферромагнитни материали** като желязо или никел.

✓ Принцип на действие

Космически апарати, оборудвани с мощни електромагнити или магнитни захвати, могат да се приближат до обектите в орбита и да ги уловят чрез магнитно привличане. След това, уловеният отпадък може:

- ✓ Да бъде придърпан към кораба и насочен към атмосферата, където да изгори.
- ✓ Да бъде събран в контейнер и преместен в по-безопасна, гробищна орбита.
- ✓ Да бъде използван за бъдещо рециклиране в Космоса.

✓ Предимства

- Безконтактен метод – не се изисква физическо захващане.
- Ефективен при малки и средни фрагменти от метал.
- Подходящ за използване в сателити с автономна навигация.

✓ Ограничения

- Не работи при неметални отпадъци (например пластмаса, стъкло).
- Изисква прецизно насочване и контрол.
- Енергийно интензивен при използване на силни електромагнити.

Пример от практика:

Японската компания **JAXA** тества електромагнитен кабел (KITE), който генерира ток чрез взаимодействие с магнитното поле на Земята, забавя сателит и го деорбитира – технология, базирана на магнитни принципи.

Програми и мисии

- **ClearSpace-1 (ESA)** – първата мисия за улавяне на космически отпадък, планирана за 2026 г.
- **Astroscale (Япония)** – разработва услуги за изтегляне на отпадъци и „жизнен край“ на сателити.
- **RemoveDEBRIS (Великобритания)** – провежда демонстрации на улавяне с мрежи и харпуни.
- **NASA's ORBITAL DEBRIS PROGRAM OFFICE** – глобален център за мониторинг и анализ на отпадъците.

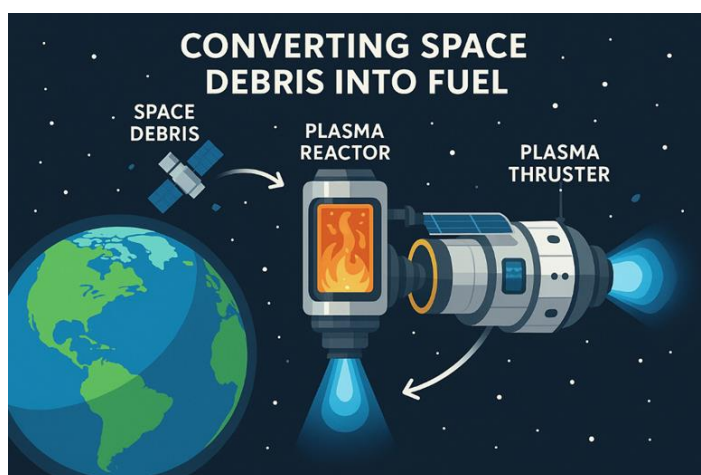
Международно сътрудничество и политики

- **Комитетът на ООН по мирното използване на космоса (COPUOS)** – развива кодекси и препоръки.
- **ISO стандарти** за безопасност и поведение при извеждане в орбита.
- **Междуведомствени координации** – между НАСА, ESA, JAXA, Роскосмос, частни компании.

Иновации за бъдещето

- **Космическо рециклиране** – преработване на отпадъци в орбита за нови цели (например като суровини за 3D принтери).
- **Космически сервизни мисии** – сателити, които „ремонтират“ или удължават живота на други.
- **Гравитационни влекачи** – използване на гравитацията за промяна на орбита на отпадъци.

Собствена идея за справяне с проблема на космическите отпадъци в околоземна орбита



Използване на космически отпадъци като гориво чрез плазмено преобразуване

С нарастващия проблем с космическите отпадъци и нуждата от устойчиви технологии, една от най-иновативните концепции е трансформирането на отпадъци в гориво с помощта на плазмено преобразуване. Това решение не само редуцира количеството орбитални отпадъци, но и предлага начин за автономно захранване на космически станции и кораби в дългосрочен план.

Как работи технологията

1. Улавяне на метални отпадъци – С помощта на роботизирани ръце, мрежи или магнитни системи, сателитът или станцията събира фрагменти от метали, останали в орбита.
 2. Въвеждане в плазмен реактор – Отпадъците се насочват към камера, в която се подлагат на изключително високи температури и електромагнитни полета, превръщащи ги в плазма – четвъртото агрегатно състояние на материята.
 3. Използване на плазмата:
 - Като тласкач (плазмен двигател) за задвижване на космически апарат.
 - За захранване на бордови системи с генерирана енергия.
 - За локално рециклиране на отпадъка в нови компоненти или материали.
- ✓ Предимства на метода
- Двойна ефективност: намалява замърсяването и осигурява ресурс.
 - Подходящ за дълги мисии – особено при бъдещи бази на Луната или Марс.
 - Намалява нуждата от доставки на гориво от Земята.
- ⚠ Предизвикателства
- Технологична сложност: изграждането на устойчив плазмен реактор в Космоса изисква напреднали материали и термична защита.

- Енергиен разход: процесът е интензивен и изисква стабилно електрозахранване.
- Ограничено приложение – към момента само за метални отпадъци.

Заклучение

Космосът винаги е бил символ на човешкото стремление към знание, откритие и безкрайни възможности. Но с всяка нова стъпка към звездите, ние оставяме след себе си не само отпечатьци, а и отпадъци – мълчаливата заплаха, която застрашава бъдещето на околоземното пространство.

Космическите отпадъци не са просто технологичен проблем – те са огледало на нашата отговорност като цивилизация. Сблъсъците, рисковете за астронавтите и заплахата за глобалните комуникации показват ясно, че действието не може да бъде отложено.

Решенията съществуват – от класически до авангардни: мрежи, харпуни, лазери, магнитни системи, до преобразуване на отпадъци в плазма – гориво за бъдещето. Те показват, че човечеството има не само техническата способност, но и моралното задължение да опази Космоса чист и достъпен за следващите поколения.

Нека си спомним: звездите не са ни дадени, те са поверени. От нас зависи дали ще ги достигнем с мъдрост, отговорност и грижа. Защото само в хармония с Космоса можем да се наречем истински негови изследователи.

Литература:

1. NASA – Orbital Debris Program Office <https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov>
2. ESA – Space Debris Office https://www.esa.int/Safety_Security/Space_Debris
3. JAXA – Kounotori Integrated Tether Experiment (KITE) <https://global.jaxa.jp>
4. RemoveDEBRIS Project – University of Surrey <https://www.surrey.ac.uk/remove-debris>
5. ClearSpace SA – Active Debris Removal Mission <https://clearspace.today>
6. Бонев, А. (2021). *Космически технологии и устойчиво използване на орбитата*. София: УИ „Св. Климент Охридски“.
7. COPUOS – Committee on the Peaceful Uses of Outer Space <https://www.unoosa.org>

МАТЕРИАЛИ И ТЕХНОЛОГИИ ЗА УСТОЙЧИВИ МИСИИ ИЗВЪН ЗЕМЯТА

Динко Динев^{1 и 2}, Георги Генчев^{1 и 2}, Денис Енчев^{1 и 2}

¹Профилирана гимназия "Васил Левски" – град Ямбол

²Астрономическа обсерватория и планетариум – град Ямбол

e-mail: dinev_1989@abv.bg

Ключови думи: космически материали, устойчиви мисии, нанотехнологии, 3D принтиране, енергийна ефективност, рециклиране, космическа колонизация.

Резюме: Настоящият доклад разглежда съвременните материали и технологии, които са от решаващо значение за реализирането на устойчиви мисии извън Земята – на Луната, Марс и отвъд. Акцент е поставен върху иновативните подходи в разработването на леки и издръжливи материали, системи за енергийна автономност и рециклиране на ресурси, както и върху ролята на 3D принтирането и нанотехнологиите. Обсъждат се предизвикателствата пред създаването на дългосрочни обитаеми бази и възможните решения за намаляване на зависимостта от доставки от Земята. Развитието на космическите технологии и стремежът на човечеството към изследване и заселване на други планети поставят нови предизвикателства пред инженерството и науката за материалите. За да бъдат мисии извън Земята устойчиви, е необходимо да се създадат технологии, които минимизират зависимостта от доставки от Земята, осигуряват самоподдържащи се системи и могат да издържат на суровите условия на космическата среда.

Materials and Technologies for Sustainable Missions Beyond Earth

Dinko Dinev^{1 и 2}, Georgi Genchev^{1 и 2}, Denis Enchev^{1 и 2}

¹Profiled High School "Vasil Levski" – Yambol

²Astronomical Observatory and Planetarium – Yambol

e-mail: dinev_1989@abv.bg

Keywords: materials for space applications, sustainable missions, nanotechnology, 3D printing, energy efficiency, recycling, space settlement.

Abstract: This report explores the modern materials and technologies that are essential for enabling sustainable missions beyond Earth – to the Moon, Mars, and beyond. The emphasis is placed on innovative approaches to developing lightweight and durable materials, systems for energy autonomy and resource recycling, as well as the role of 3D printing and nanotechnology. The report discusses the challenges of establishing long-term habitable bases and possible solutions for reducing dependence on supplies from Earth. The advancement of space technologies and humanity's ambition to explore and inhabit other planets present new challenges for engineering and materials science. For missions beyond Earth to be truly sustainable, it is necessary to develop technologies that minimize reliance on Earth-based supplies, ensure self-sustaining systems, and withstand the harsh conditions of the space environment.

Въведение

Изследването на космоса изисква използването на материали и технологии, способни да издържат на екстремните условия на извънземната среда – висока радиация, вакуум, температурни амплитуди и липса на атмосфера. С развитието на програмите за дългосрочно присъствие на Луната и Марс възниква необходимостта от устойчиви решения, които минимизират разходите и зависимостта от Земята. Основната цел на устойчивите космически мисии е създаването на затворени екосистеми, автономни енергийни източници и локално производство на материали чрез използване на ресурси *in situ* (на място). За тази цел най-често използвания метод е осцилометричният, за реализирането на който, е необходима помпа,

турникет (маншон) и датчик за регистриране на налягането. Периодичното притискане на кръвоносните съдове стресира пациента подложен на това изследване. Възможно е да се появят и нетипични стойности породени от реакцията на вегетативната нервна система в следствие на стреса при напompването на маншона и усещането за натиск. Друг недостатък е невъзможността да се измерва непрекъснато поради времеви ограничения свързани със самия метод на измерване.

Изследването на космоса винаги е било символ на човешкия прогрес и стремеж към познание. След първите стъпки на Луната през 1969 г., вниманието на учените постепенно се насочва към създаването на устойчиви космически мисии – такива, които не зависят изцяло от Земята за своето оцеляване.

Основните предизвикателства пред тези мисии са свързани с екстремните условия на средата: липса на атмосфера, висока радиация, температурни колебания от -170°C до $+120^{\circ}\text{C}$, микрометеоритни удари и ограничени ресурси. Затова традиционните земни материали често не са приложими.

Дългосрочната цел на НАСА, Европейската космическа агенция (ESA) и други организации е изграждането на постоянни бази на Луната и Марс, които да служат като стъпка към още по-далечни пътувания – например към астероидите и спътниците на Юпитер. За да се постигне това, е нужно да се разработят материали и технологии, които са леки, здрави, самоподдържащи се и адаптивни към непознати среди.

Теория на метода

1. Нови материали

Композити и ултралеки сплави: Алуминиево-литиеви и титанови сплави осигуряват висока здравина при ниско тегло. Карбоновите и керамичните композити се използват за топлинна защита и структурна устойчивост.

Съвременните космически апарати и базови структури използват алуминиево-литиеви, титанови и магнезиеви сплави, които предлагат изключителна здравина при минимално тегло.

Карбоновите композити, подсилени с керамични влакна, се прилагат в топлинни щитове и корпуси на космически кораби, където температурите могат да надхвърлят 1500°C .

Наноматериали: Нанотръби и графен позволяват изграждането на суперздрави, леки и проводими структури. Те намират приложение в обшивките на космически апарати, батерии и гъвкави електронни системи.

Нанотехнологиите променят представата за устойчивост в космоса.

Графен и въглеродни нанотръби осигуряват висока електропроводимост и здравина, като едновременно са изключително леки.

Самовъзстановяващи се материали се използват за микроремонт на повреди, причинени от радиация или микрометеорити, удължавайки живота на апаратурата.

Отразяващи нанопокрития предпазват от радиация и нагряване, като стабилизират вътрешната температура на базите.

Регенеративни материали: Самовъзстановяващи се полимери могат да „ремонтират“ микрорупкнатини, причинени от микрометеорити или радиация.

Биоматериали и органични полимери:

При дълги мисии на Марс или Луната, възможността за биопроизводство на материали чрез микроорганизми или водорасли става реална. Учените експериментират с бактерии, които могат да „отглеждат“ бетоноподобни структури или биопластмаси от отпадъци.

2. Технологии за локално производство

3D принтиране (адитивно производство): Позволява изработването на инструменти, резервни части и дори жилищни модули чрез използване на местни ресурси

(например лунен реголит или марсианска почва). 3D принтирането вече се прилага в Международната космическа станция за изработка на инструменти и резервни части.

В бъдеще същата технология ще позволи:

- Изграждане на жилищни модули директно върху повърхността на Луната или Марс.
- Използване на местен прахообразен материал (реголит), смесен със свързващи вещества, за създаване на „лунен бетон“.
- Намаляване на отпадъците и нуждата от транспорт на обемисти конструкции.

Така се създават автономни производствени системи, които позволяват адаптация към неочаквани ситуации и повреди.

ISRU (In-Situ Resource Utilization): Технологии, чрез които се извличат кислород, вода и строителни материали от повърхностни ресурси, като по този начин се намаляват логистичните разходи.

Една от ключовите концепции за устойчивост е използването на местни ресурси.

Например:

- На Луната, реголитът съдържа силиций, желязо, кислород и алуминий.
- На Марс, атмосферата съдържа около 95% въглероден диоксид, който може да се преработва в кислород и метан чрез химични процеси (напр. реакцията на Сабатие).

Чрез ISRU е възможно да се произвеждат строителни материали, горива и вода, без нужда от постоянни доставки от Земята. Това значително намалява масата и цената на мисиите.

3. Енергийни и екологични системи

Фотоволтаични технологии: Нови гъвкави и ефективни слънчеви панели, устойчиви на радиация и прах. Енергийна автономия чрез основен източник на енергия за извънземните бази ще бъдат соларните панели. Новите фотоволтаични технологии използват гъвкави и радиационно устойчиви клетки, базирани на перовските и многослойни структури.

На Марс, където праховите бури често покриват панелите, се разработват самопочистващи се повърхности и енергийни резерви от водород.

Допълнително, се изследват мини ядрени реактори (като NASA Kilopower), които могат да осигуряват постоянна енергия независимо от осветеността.

Затворени екосистеми: Системи за пречистване и рециклиране на въздух и вода, както и биологични модули за отглеждане на храна.

Затворена екосистема е показана на фиг.1.



Фиг. 1. Затворена екосистема

Термичен контрол и изолация: Многостепенни покрития и интелигентни материали за управление на температурата в базите и корабите.

За да се осигури устойчиво присъствие, трябва да се затворят жизнените цикли на вода, въздух и храна.

Биорегенеративни системи използват растения и микроорганизми за преобразуване на въглероден диоксид в кислород и за рециклиране на отпадъци.

Хидропонни и аеропонни ферми могат да осигуряват свежа храна без почва.

Системи за пречистване на вода чрез мембранна филтрация и електролиза вече се използват в Международната космическа станция.

4. Автономни и интелигентни системи

Изкуствен интелект и роботика: Роботи за строителство, поддръжка и мониторинг. Изграждането на бази и поддръжката на системите ще бъдат извършвани от роботи, контролирани чрез изкуствен интелект.

Роботи като RASSOR (NASA) могат да копаят реголит за ISRU цели, докато други извършват инспекция и ремонт без човешка намеса.

Сензорни мрежи: Осигуряват наблюдение на структурната цялост, радиационното ниво и други параметри в реално време.

Вградени сензори следят структурната цялост, радиационните нива, температурата и налягането. Данните се анализират в реално време от AI системи, които могат да предвиждат повреди и да предприемат превантивни действия.

Заклучение

Устойчивите мисии извън Земята изискват интеграция на авангардни материали, интелигентни технологии и екологични системи. Бъдещето на човечеството в космоса зависи от способността ни да изграждаме самоподдържащи се среди, които използват наличните ресурси ефективно и отговорно. Комбинацията от наноматериали, 3D принтиране и автономни системи ще бъде ключът към успешната колонизация на други небесни тела и продължителното присъствие на човека извън Земята.

За следващата стъпка в еволюцията на човешката цивилизация е необходимо синергично използване на авангардни материали, енергийни системи и автономни технологии.

Ключът към бъдещето е локалното производство и ресурсната независимост. Материали като графен, 3D принтиран „лунен бетон“, както и интелигентни системи за рециклиране и управление на ресурси, ще направят възможно създаването на самоподдържащи се бази.

Тези технологии не само ще подпомогнат колонизацията на Луната и Марс, но и ще намерят приложение на Земята – в устойчивото строителство, енергетиката и екологичното управление.

Литература:

1. NASA. In-Situ Resource Utilization (ISRU) Overview. NASA Technical Reports, 2023.
2. ESA. Sustainable Moon Exploration: Materials and Technologies, ESA Publications, 2022.
3. National Research Council. Frontiers of Materials Research for Space Applications, Washington, 2020.

ГРАВИТАЦИЯТА В КОСМОСА: ЕКСПЕРИМЕНТИ В УСЛОВИЯТА НА МИКРОГРАВИТАЦИЯ

Мирела Илчовска

Професионална гимназия по екология и биотехнологии «Проф. д-р Асен Златаров»

Ключови думи: Микрогравитация; Свободно падане; Физиологични ефекти върху организма; Научни експерименти в орбита

Резюме: Темата разглежда съвременното разбиране за национална и международна сигурност в условията на динамична и нестабилна глобална среда. Анализират се основните заплахи пред сигурността – военни конфликти, тероризъм, кибератаки, икономически и хуманитарни кризи. Проектът представя ролята на международните организации като НАТО, ООН и Европейския съюз в поддържането на световния ред и мира, както и мястото на България в системата на колективната отбрана. Акцентът е поставен върху необходимостта от международно сътрудничество, технологично развитие и устойчиви политики за сигурност, които да гарантират стабилност, защита на човешките права и мирно бъдеще за следващите поколения.

GRAVITY IN SPACE: EXPERIMENTS IN MIKROGRAVITY

Mirela Ilchovska

Vocational High School of Ecology and Biotechnology "Prof. Dr. Asen Zlatarov"

Keywords: Microgravity; Free-fall environment; Physiological effects on the human body; Orbital scientific experiments

Abstract: The topic examines the modern concept of national and international security within the context of a dynamic and unstable global environment. It analyzes the main security threats such as military conflicts, terrorism, cyberattacks, and economic or humanitarian crises. The project explores the role of international organizations like NATO, the United Nations, and the European Union in maintaining global peace and stability, as well as Bulgaria's place within the system of collective defense. The focus is on the importance of international cooperation, technological advancement, and sustainable security policies aimed at ensuring stability, protecting human rights, and building a peaceful future for the coming generations.

Въведение

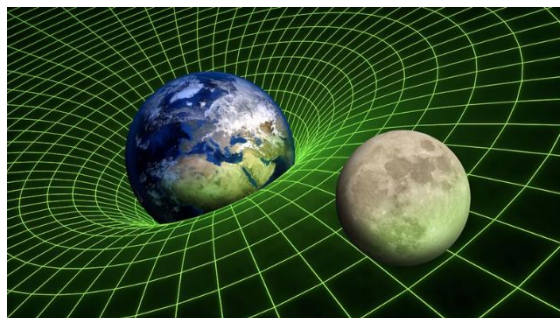
Когато си представим Космоса, често мислим за безкрайни звезди, планети и галактики. Но една от най-фундаменталните сили, която определя поведението на обектите във Вселената, остава невидима и често неразбрана – гравитацията. На Земята тази сила ни задържа на повърхността, управлява движението на океаните, държи атмосферата около планетата и дори влияе върху формата на телата ни.

В Космоса обаче, гравитацията действа по различен начин. Астронавтите, които работят на борда на Международната космическа станция (МКС), изпитват състояние на **микрогравитация** – състояние, при което гравитационното привличане не е напълно елиминирано, но е значително по-слабо. Това създава уникални условия за провеждане на експерименти, които биха били невъзможни на Земята.

Изследването на гравитацията и нейните ефекти в Космоса не само задълбочава нашето разбиране за физиката, но и има практическо приложение – в медицината, материалознанието, биологията и инженерството. В този доклад ще разгледаме какво представлява микрогравитацията, какви експерименти се провеждат в нейни условия и какви са ползите за науката и човечеството.

1. Гравитация и микрогравитация

Гравитацията е природно явление, в резултат на което всички обекти, притежаващи маса или енергия, включително планети, звезди, галактики и дори светлината – се привличат (или *гравитират*) един към друг.



На Земята гравитацията придава тегло на физичните обекти, а лунната гравитация причинява приливите и отливите.

Гравитацията е най-точно описана от общата теория на относителността, която я разглежда не като сила, а като последица от изкривяване на пространство времето, причинено от неравномерното разпределение на масата.

Микрогравитация е състояние, при което силата на натиск на тяло към опората, възникваща във връзка с гравитационното притегляне или във връзка с ускорението на тяло, изчезва. Друго название на този ефект е **безтегловност**. Микрогравитацията е състояние, при което тежестите измерват само милионни части от теглото ви на Земята.

Това е произходът на представката „микро“ в микрогравитацията. Вследствие на това, ако един астронавт измери теглото си в космическата станция, астронавтът и тежестта, върху която е, ще летят в една и съща посока, така че астронавтът няма да упражнява (почти) никаква сила върху тежестта, измервайки само милионни части от теглото си на Земята.

Микрогравитацията, наричана още нулева гравитация или безтегловност, е отсъствието на гравитация. Така че, микрогравитационна среда е такава, в която ускорението, предизвикано от гравитацията, има малък или никакъв измерим ефект, самата гравитация не се променя.



- МКС се намира в ниска околоземна орбита — на около 400 км над повърхността на Земята. На тази височина гравитацията на Земята е само малко по-слаба (приблизително 90% от силата ѝ на повърхността). Въпреки това, астронавтите и самата станция не усещат теглото си, защото те са в **постоянно падане** към Земята.

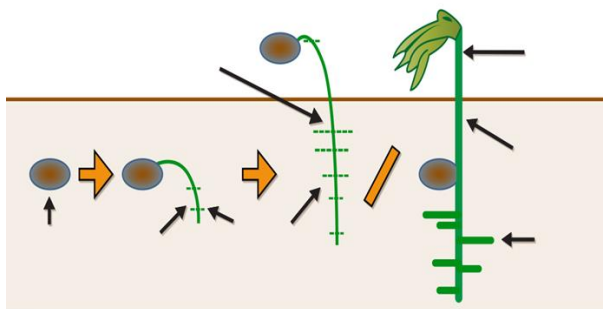
Постоянното падане е например, ако хвърлиш топка хоризонтално, тя ще падне на земята. Но ако я хвърлиш много бързо, така че докато пада, Земята „се извива“ под нея, топката ще продължи да пада без да удри Земята — тя ще влезе в орбита.

Международната космическа станция (МКС) се движи с около 28 000 км/ч около Земята, така че тя пада непрекъснато, но никога не удри Земята, защото постоянно „пропуска“ да падне върху нея. Тъй като и станцията, и всичко в нея падат заедно, на борда се усеща състояние на безтегловност — микрогравитация.



1. Ефекти на микрогравитацията върху живите организми

Без гравитация, растенията не знаят в коя посока да растат. На Земята, корените растат надолу по посока на гравитацията, а стъблата нагоре – този процес се нарича **гравитропизъм**.



В условията на микрогравитация, растенията използват светлина като ориентир (фототропизъм). Това променя структурата на растежа и може да доведе до забавено развитие.

На МКС са отглеждани:

- **Зинии** – първите цветя, разцъфнали в космоса (2016).
- **Марули** – консумирани от астронавтите след тестове за безопасност.
- **Червени люти чушки** – за първи път през 2021 г.



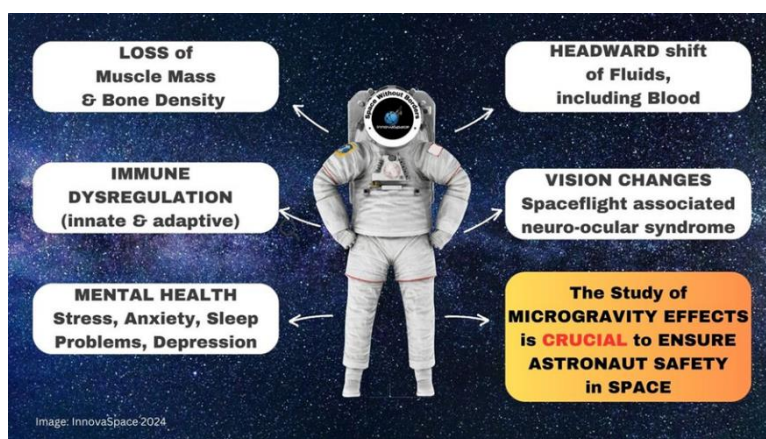
Тези експерименти са ключови за бъдещи мисии до Марс и Луната, където ще трябва да се осигурява прясна храна на място.

Развитието на космическите градини е не просто научен експеримент – то е визия за бъдещето. Независимо дали става дума за автономни ферми на Марс или за иновативни решения за производство на храна на Земята, тези технологии ни приближават до свят, в който устойчивото земеделие е не само възможно, но и необходимост.

- В микрогравитация клетките променят формата и структурата си, а активността на гените се различава.

Изследванията върху човешки клетки в условия на микрогравитация показват значителни промени:

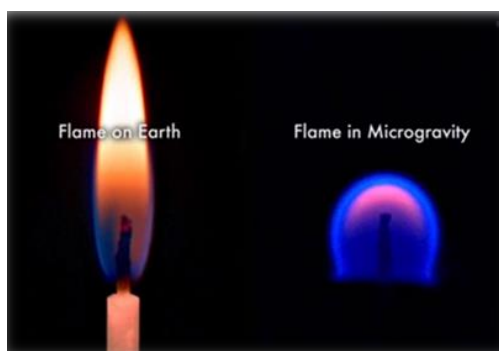
- Клетъчна структура – формата и вътрешната организация на клетките се променят.
- Генна експресия – активността на определени гени се повлиява, особено на тези, отговорни за имунната система, стареенето и възстановяването на ДНК.
- Здраве на астронавтите – наблюдава се загуба на костна маса (до 1% месечно) и мускулна атрофия, което изисква ежедневни физически упражнения.



Микрогравитацията също така предлага уникална възможност за изследване на ракови клетки, ефекти на лекарства и механизми на стареене в ускорен режим.

2. Експерименти в микрогравитацията

- В условията на микрогравитация също така има възможности за изследване на физични явления, които се проявяват по различен начин без гравитационно въздействие. Течностите, например, не се изливат, а образуват сферични капки заради повърхностното напрежение. Това затруднява дори елементарни действия, като пиене на вода, и налага използването на специални торбички и сламки. Пламъците също изглеждат различно – сферични и сини, тъй като липсва конвекция и топлината не се разпространява по същия начин.



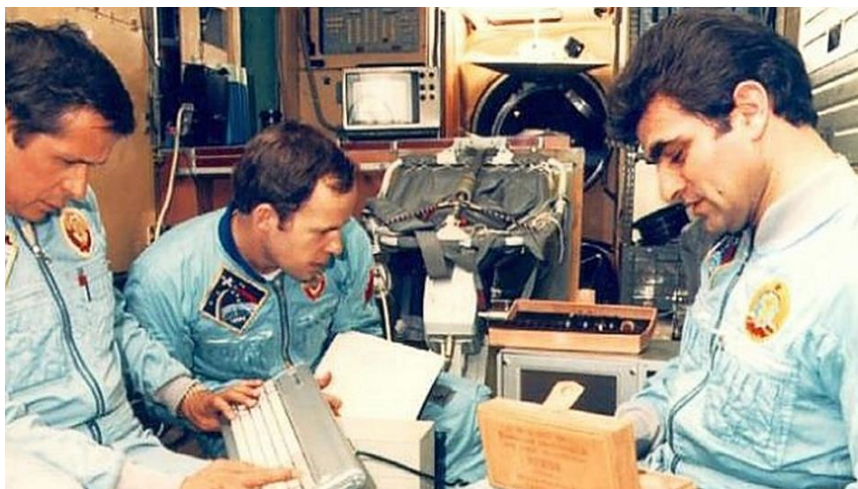
Тези изследвания спомагат за развитието на по-ефективни горивни системи и по-добри мерки за безопасност при пожари в космоса.

- Друг интересен аспект е създаването на течни леци и оптични компоненти в микрогравитационни условия. На Земята гравитацията пречи на идеалната форма на течните повърхности, но в космоса те могат да формират почти перфектни сфери. Това позволява създаването на оптични елементи с висока точност и ниска цена – като леци, които могат да се използват в телескопи, лазери или медицинска апаратура. Тези технологии вече се тестват на борда на МКС и имат потенциал да променят из основи производството на оптика.

3. Български принос в изследванията на микрогравитацията

През 1979 и 1988 г. България изживява исторически моменти – двама български космонавти летят в орбита: Георги Иванов и Александър Александров. Особено при втория полет с мисията „Союз ТМ-5“ и престоя на Александров на борда на орбиталната станция „Мир“, България има уникалната възможност да проведе собствена космическа научна програма. Част от тази програма са четири емблематични експеримента: „Пирин“, „Рецептор“, „Почивка“ и „Време“.

Експериментът „Пирин“ има за цел да изследва атмосферата и земната повърхност от космоса. С помощта на специализирана фотокамера, снабдена с български научни филтри, космонавтът Александров заснема различни географски райони на Земята, като се фокусира върху отраженията на светлината от различни типове терен – водни басейни, гори, планини и облачни формации.



Тези изображения се използват за анализ на състава на атмосферата и за откриване на климатични и екологични промени. „Пирин“ е изключително важен и с това, че подготвя почвата за развитието на съвременните сателитни системи за наблюдение на околната среда.

В условията на микрогравитация човешкото тяло се държи по различен начин – това важи не само за костите и мускулите, но и за нервната система. Експериментът „Рецептор“ е насочен именно към изследване на сензорната чувствителност и координацията в безтегловност.

Александров изпълнява серия от задачи, включващи допир до определени точки, реакция на звукови и светлинни сигнали, както и прецизни двигателни действия. Целта е да се измери как се променят времето за реакция, точността и моторният контрол в условията на орбитален полет. Данните от този експеримент са безценни за медицинската подготовка на бъдещи космонавти и за дългосрочните мисии.

Животът в космоса е интензивен и натоварен, а добрият сън е от съществено значение. „Почивка“ изследва какво се случва със съня в микрогравитация. Космонавтът спи с прикрепени биосензори, които проследяват пулса, дишането и мозъчната активност.

Резултатите показват, че без гравитация фазите на съня се променят, а дълбокият сън може да бъде по-кратък. Това изисква специални мерки за създаване на подходяща среда за почивка на борда на космическите станции – включително светлинен и звуков контрол, за да се осигури психическо и физическо възстановяване на екипажа. Понякога хората казват, че в космоса времето „тече по различен начин“. Това не е само усещане – експериментът „Време“ цели да определи точно как се променя човешкото възприятие за време в условия на микрогравитация.

Александров трябва да оценява изтичането на определени времеви интервали без помощта на часовник или други уреди. Оказва се, че усещането за време може да се изкривява – интервалите се подценяват или надценяват в зависимост от физическото и психическото състояние на човека в орбита. Това знание е важно за правилната организация на времето за работа и почивка на астронавтите.

В края на XX век, в орбитата около Земята, българска технология постига нещо изключително – за първи път растения не само поникват, но и дават семена в условията на безтегловност. Това става възможно благодарение на автоматизираната оранжерия „Свет“, разработена от Института за космически изследвания при БАН, в сътрудничество с руски учени.



„Свет“ е компактна, но високотехнологична система, монтирана през 1990 г. на борда на съветската орбитална станция „Мир“. Тя включва LED осветление, датчици за температура, влажност, CO₂, автоматично напояване и камери за наблюдение. Всичко се управлява дистанционно от Земята.

В оранжерията са отглеждани култури като пшеница, ечемик, леща и магданоз. За първи път растенията успяват да преминат пълен жизнен цикъл – от поникване до семена – в условията на микрогравитация. Това постижение е важно за бъдещи дълготрайни мисии, тъй като показва, че е възможно самостоятелно отглеждане на храна в космоса.

Името „Свет“ – старобългарска дума за „светлина“ – символизира ролята на фотосинтезата и на просветения научен дух, който стои зад този проект. Българската оранжерия

остава в употреба до 2001 г. и оставя траен отпечатък в историята на космическата биология. Тя е пример за това как дори малка страна като България може да направи значим принос към глобалната наука и технологиите за бъдещето на човечеството в космоса.

Заклучение

Гравитацията е природно явление, в резултат на което всички обекти, притежаващи маса или енергия се привличат (или *гравитират*) един към друг.

Микрогравитация е състояние, при което силата на натиск на тяло към опората, възникваща във връзка с гравитационното притегляне или във връзка с ускорението на тяло, изчезва. Тя предлага нови хоризонти за науката. Чрез изследвания в тази уникална среда учените научават повече за биологичните, физичните и химичните процеси, които управляват света около нас. Откритията, направени в орбита, могат да доведат до подобряване на медицината, развитието на нови технологии и по-добро разбиране за това как организмите и материалите се държат извън пределите на Земята. В дългосрочен план микрогравитационните изследвания ще играят ключова роля за бъдещето на човечеството – както в космоса, така и у дома.

Космическите експерименти, проведени по време на мисията на Александър Александров, са ярко доказателство за високото научно ниво и принос на България в изследването на Космоса. Проектите „Пирин“, „Рецептор“, „Почивка“ и „Време“ не само разкриват нови аспекти на взаимодействието между човека и космическата среда, но и поставят основите за бъдещи разработки в области като дистанционно наблюдение на Земята, космическа медицина, психофизиология и организация на живота в орбита. Благодарение на тези експерименти, България остава в историята като една от малкото страни, които са провеждали самостоятелна научна програма в Космоса – постижение, което продължава да вдъхновява поколения учени и изследователи.

Оранжерията „Свет“ е не само научен пробив, но и символ на иновативния дух и възможностите на българската наука. Успешното отглеждане на растения в условията на микрогравитация доказва, че животът може да се адаптира дори извън пределите на Земята. Това откритие е крачка напред към самостоятелното съществуване на хора в дългосрочни космически мисии и бъдещи колонии на Луната или Марс. Наследството на „Свет“ вдъхновява и напомня, че дори в глобалната надпревара за Космоса, България има своя ярък принос и място сред пионерите на новата космическа ера.

Литература:

1. NASA – Microgravity Research
https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments_category/Microgravity
2. ESA – European Space Agency: Science in Microgravity
https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Research/Science_in_microgravity
3. Космосът – образователен портал на НАСА (NASA's Space Place)
<https://spaceplace.nasa.gov>
4. Национален център за космически изследвания към БАН
<http://www.space.bas.bg>
5. Boeing – Microgravity and Space Environment
6. <https://www.boeing.com/features/2016/06/microgravity-06-16.page>

УЧЕНИЧЕСКИ ПРОЕКТ ЗА СТРАТОСФЕРНА СОНДА «АВРОРА»

**Ярослав Басков¹, Николай Иванов¹, Ая Франк², Иван Колев¹,
Александър Трендафилов¹, Лев Беленький¹**

¹Математическа гимназия "Д-р Петър Берон", гр. Варна

²Home Life Academy

e-mail: ymbaskov@gmail.com

Ключови думи: стратосфера, атмосфера, прахови частици, аерозоли, микроконтролер, LoRa

Резюме: Проектът „Аврора“ представлява ученическа стратосферна сонда, създадена с цел изследване на съдържанието и разпределението на прахови частици в атмосферата на височина до 30 km. Апаратът е оборудван със сензори за прах, температура, влажност и налягане, както и с GPS, компас, LoRa и 2G комуникация. Сондата се издига с хелиев балон, а събраните данни се записват и предават в реално време. Допълнително се изследва възможността за съхранение на семена при ниско налягане и температура, аналогични на марсианските условия. Проектът демонстрира прилагането на съвременни инженерни и физични принципи в училищна среда и насърчава практическия подход към научното познание.

STRATOSPHERIC PROBE “AURORA”

**Yaroslav Baskov¹, Nikolay Ivanov¹, Aya Frank², Ivan Kolev¹,
Aleksandar Trendafilov¹, Lev Belenky¹**

¹Mathematical High School “Dr. Petar Beron”, Varna

²Home Live Academy

e-mail: ymbaskov@gmail.com

Keywords: stratosphere, atmosphere, dust particles, aerosols, microcontroller, LoRa

Abstract: The “Aurora” project is a student-built stratospheric probe designed to study the concentration and distribution of atmospheric dust particles up to an altitude of 30 km. The probe carries sensors for dust, temperature, humidity, and pressure, as well as GPS, compass, LoRa, and 2G communication modules. It is lifted by a helium balloon and transmits real-time data while recording all measurements locally. An additional experiment tests the preservation of seeds under near-Martian environmental conditions. The project demonstrates the successful integration of engineering, physics, and data science within a school environment, promoting hands-on learning and practical scientific exploration.

Въведение

Според някои модели земната атмосфера съдържа $2 - 2.5 \times 10^9$ kg прахови частици. Те оказват различно влияние на климата в зависимост от размера си. Фините прахови частици ($<5\mu\text{m}$) разсейват светлината, охлаждайки планетата, докато грубите прахови частици ($>10\mu\text{m}$) я поглъщат и допринасят за глобалното затопляне. Също така те са необходимо условие за кондензация на водата и съответно образуване на облаци.

Аз и още петима ученици (предимно от МГ „Д-р Петър Берон“) създадохме стратосферна сонда, която ще изследва съдържанието и разпределението на такива частици в земната атмосфера на височина до 30 km. Очаква се повечето аерозоли, включително от вулканичен произход да се намират под тази граница.

Научно оборудване

Сензорите на Аврора трябва да й позволяват да определя концентрацията на частиците, да калибрира тези значения спрямо външни условия, да оценява грешката при измерването и да отбелязва негово време и място.

1. Сензор за прахови частици.

Използваме сензора pmsa-003. Той измерва на големината и количеството на праховите частици и аерозоли с лазер. Връща данни за концентрации и плътности на частици от три типа: фини, средни и груби. Настроен е за плътност на въздуха и налягане на морско равнище, затова данните, получени от него трябва да се калибрират спрямо външни условия.

2. Сензори за свойствата на въздуха.

За измерване на температурата, влажността и налягането се използват чипове BMP280 и АНТХ0, вградени в една платка. Температурата и налягането са нужни за намиране на плътността на въздуха и оценяване на грешка при преброяване на прахови частици, а влажността е пряко свързана с образуване на облаци и дял на водните кристали сред аерозолите.

3. Семена от различни култури.

Те са част от страничен експеримент, несвързан с изучаване на атмосферата. С него тестваме възможността за съхраняване на семена в условия, много близки до тези на Марс.

Контрол

Сондата ще бъде издигната в стратосферата с балон за около един ден и полета ще е неуправляем. Но на борда има сензори и автоматика, отговарящи за проследяване на движението, поддържане на постоянна вътрешна температура и непрекъсната връзка със земята.

1. Контролер

Цялата електроника в сондата е управлявана от микроконтролер esp32. Той е компактен и израсходва малко ток, но позволява свързване на много сензори за разлика от Arduino и е в пъти по-евтин и надежден от Raspberry Pi.

2. GPS

За да намерим сондата със пълния масив от стратосферни данни, и за да свържем измерванията с конкретна височина използваме GPS модул NEO-m8n. Не е от най-скъпите джипиеси, но при открито небе дори той е много прецизен.

3. Компас

Апарата знае и ориентацията си благодарение на акселерометър и магнитометър MPU-9250/6500. С негова помощ разбираме дали сондата е наклонена, обърната и накъде гледа камерата и. Той има вграден термометър, който показва вътрешна температура.

4. SD карта

Всичките събирани данни ще се запазват на sd карта в csv формат. Те се събират от всичките сензори няколко пъти на секунда.

5. LoRa

За да знаем местоположението на сондата в реално време и да имаме част от данните дори в случай на авария, стойности на всички измервани параметри ще се изпращат в реално време.

Връзката със сондата на големи височини ще се поддържа от LoRa модул RA-01, тоест с директно предаване на сигнали от предавател към приемник. Модула позволява около двадесет километра обхват при пряка видимост, но ако приемаме сигнала с насочена антена можем да го чуем от над 100 km. Използваме честота 433 Mhz, която не се поглъща от въздуха, облаци и дърветата, но и не позволява бърз пренос на данни. Още повече, скоростта на преноса е намалена умишлено за минимизиране на шума. Заради това сондата ще изпраща само малка част от данните. Няма да игнорираме отделни параметри, просто ще изпращаме измерванията не всеки момент, а през около 18 секунди.

6. SMS

Възможно е при кацането на апарата той да се окаже скрит зад плътно препятствие, като планина или просто кривина на Земята. Затова той комуникира с наземна база не по един, а по два начина: чрез LoRa модул и чрез модул за 2G SIM800L, който изпраща данни по SMS. 2G хваща почти навсякъде в близост до земната повърхност и това минимизира шанса да изгубим сондата.

Захранване и отопление

Стабилно захранване е необходимо условие сондата да работи през цялото време и съответно да можем да я приберем. За да сме напълно сигурни, апарата се захранва от два различни източника: LiFePO4 и слънчеви панели. И двата са способни да захранват Аврора през цялото време, но и двата не са свършени.

Слънчевите панели работят много добре при ниска температура и на голяма височина, където Слънцето е по-ярко. Обаче те имат сериозен недостатък: не работят през нощта или при облачно време. На големи височини плътната облачност липсва, но е необходимо да имаме

връзка с сондата и когато вече е кацнала, за да я намерим. Другия проблем е че не дават по голям ток в пика на потреблението.

LiFePO₄ батериите компенсират недостатъците на слънчевите панели, но и самите те не са съвършени. Те позволяват черпене на огромни токове при нужда – над 20 ампера, и не зависят от Слънцето. По-устойчиви и трайни са от Li-ion батериите и дават идеално напрежение (около 3.3 волта). Служат за събиране и отдаване в нужния момент на енергия от слънчевите панели. Огромният им недостатък е че губят ефективност при отрицателни температури, макар те да са едни от най-хладноустойчивите батерии. За да се запазят в работно състояние те трябва да се загряват непрекъснато до поне 0 °C. Външната температура се очаква да падне под -60 °C.

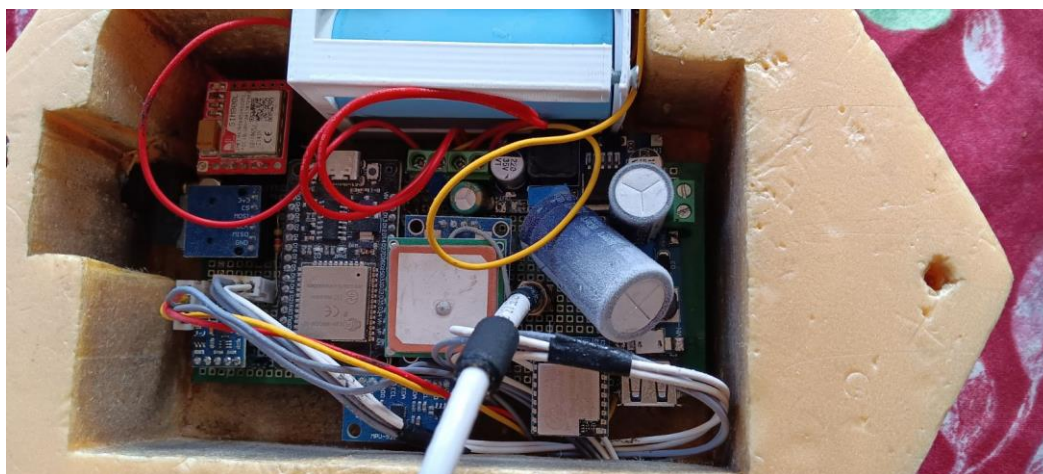
За осигуряване на постоянна вътрешна температура се използва полиимидна плака, контролирана от esp32 с транзистор. Всички загуби на енергия при преобразуване също допринасят за отоплението. То е най-големия консуматор на ток, като харчи повече от половината, но е крайно необходимо за предсказуемо и правилно поведение на електрониката вътре. При липса на ток то се изключва за да останат включени по-важните модули.

Тестване на системата

За да имаме представа за функционирането на системата и вероятни проблеми и грешки проведехме серия тествания. Оставяхме сондата във фризера за часове, за да проверим дали отоплението е достатъчно мощно и колко издържат батериите. За създаване на реалистична разлика между минималната и максималната температури отоплението поддържаше +40°C вътре.

В началото отоплението не беше достатъчно мощно за осигуряване на 60°C разлика. След като свързахме плаката не директно с батерията (3.3 волта) а през захранването на камерата и прахов сензор, което осигурява 5 волта, мощността на плаката плюс тази от загубите в повишаване на напрежението се оказа напълно достатъчна.

Системата издържа около 8 часа само на батерии при включено отопление, след което се изключва и замръзва (Фиг 1.).



Фиг.1. Замръзнала сонда след пълно разреждане на акумулаторите

Друг важен тип тестване се провеждаше навънка. За да се провери колко ефективна е антената и предавателя трябваше да се разделим на две групи. Едната отговаряше за сондата а другата за приемника. Имаме късмет да живеем до Варненския залив, защото лесно се намират две отдалечени точки с пряка видимост по бреговете му. Заедно с приемника тествахме сензорите на сондата.

Избрахме точки раздалечени на 6 километра (фиг 2,3,4). На това разстояние мощността на сигнала се оказа -100dbm. Теоретично бихме могли да хващаме до -120dbm, който се очаква на разстояние до 60 km. Обаче тези резултати са получени с диполна антена на предавателя, която излъчва в плоскостта на хоризонта при вертикална поляризация. Този начин на завъртане на вълната е подходящ за градска среда, защото може да се отразява и заобикаля блокове и други вертикални прегради. За нас обаче не е, понеже на големи разстояния най-съществената преграда е земната повърхност. При тези условия хоризонталната поляризация е много по-добра, което открихме и на практика, макар и да сме работили с проста диполка.



Фиг.2. Първото тестване. Лев и Иван на приемника.



Фиг.3. Първото тестване. Лев с антената приемник.



Фиг.4. Първото тестване. Ая със сондата на фар Галата.

След тестове с хало антена (фиг 3.), която излъчва хоризонтално поляризирани вълни постигнахме -90dbm сигнал, което увеличава хипотетичното разстояние около още 3 пъти.

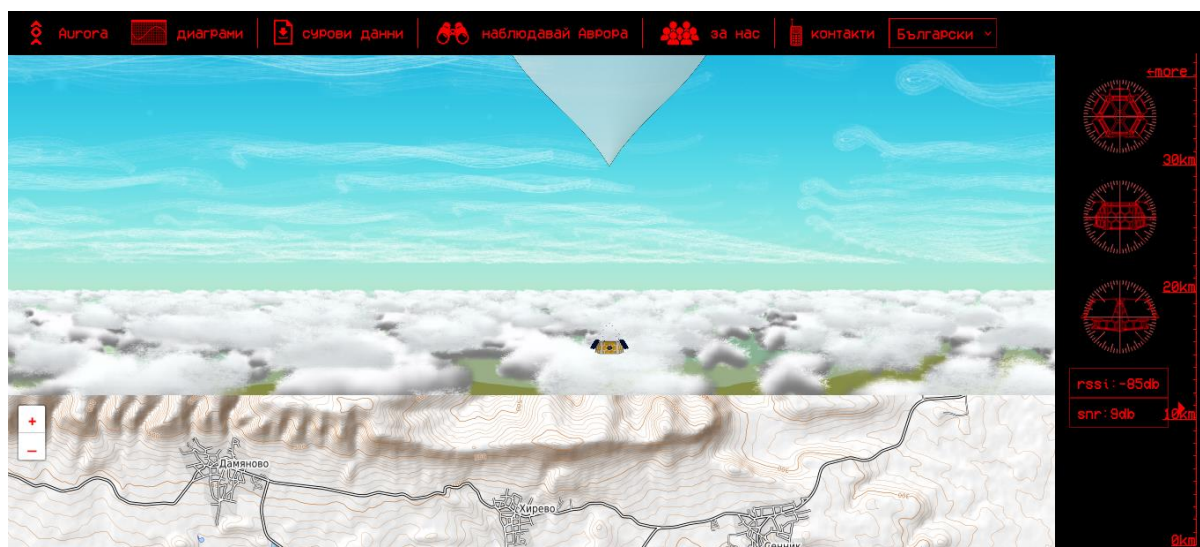


Фиг.5. Второто тестване с приемник в с.Звездица (10 км от сондата). Ярослав, Ая, Александър.

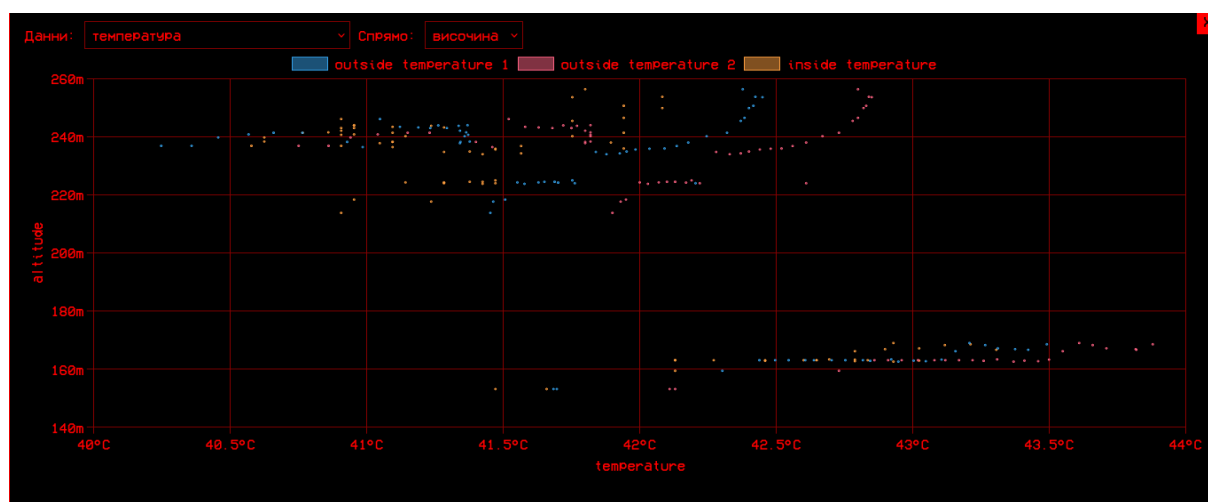
Полет

Научното оборудване ще бъде издигнато до височина 30 km с метеорологичен балон, пълен с хелий, за около 6 часа в зависимост от атмосферните условия. Съществува програма, която да предсказва областта на падане на балона по зададени параметри. В нея има прогноза за едва 14 дена напред, затова подготовката трябва да е бърза. Трябва да се избере ден в който балона ще се отклонява колкото си може по-малко, за да имаме връзка с него и да не отиде в морето или в друга държава. Въпреки това се очаква той да измине над сто километра спрямо мястото на излитане.

То няма да е случайно: за да поддържаме непрекъсната връзка със сондата, докато е извън 2g обхват, трябва да имаме пряка видимост с нея. Постоянната връзка е от значение защото се планира полета да се предава на живо чрез направен от нас сайт (фиг 6,7), макар и без видео.



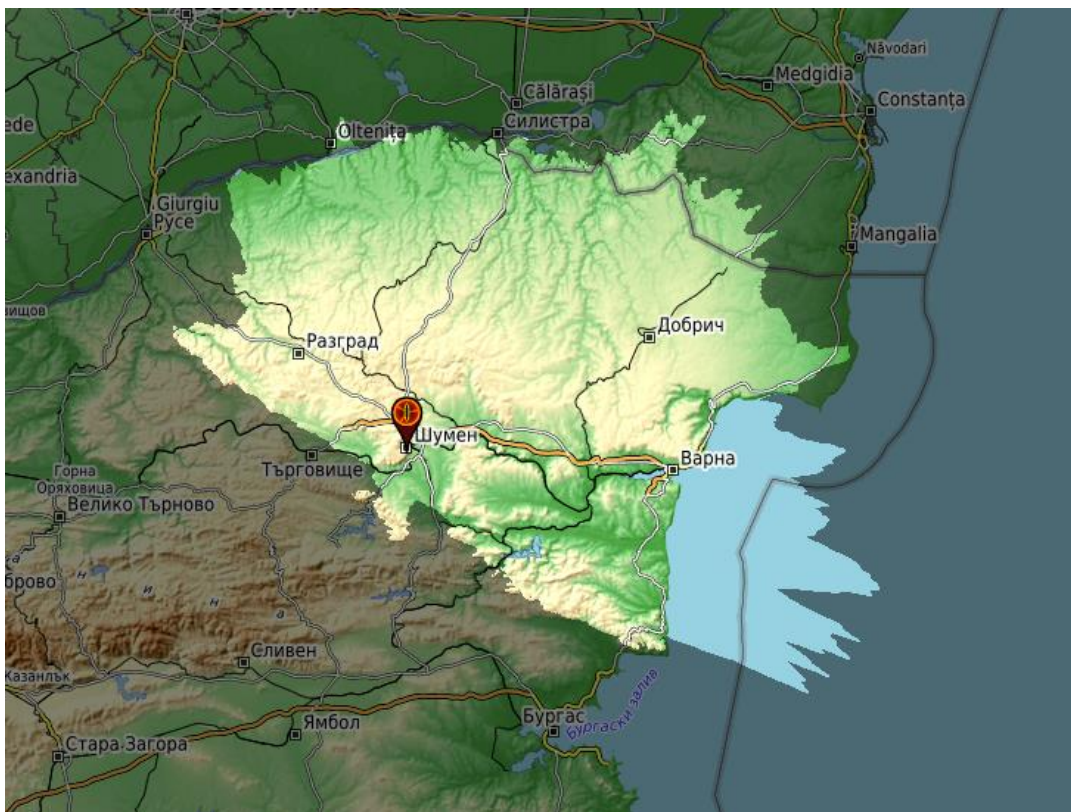
Фиг.6. Интерфейса на сайта на Аврора



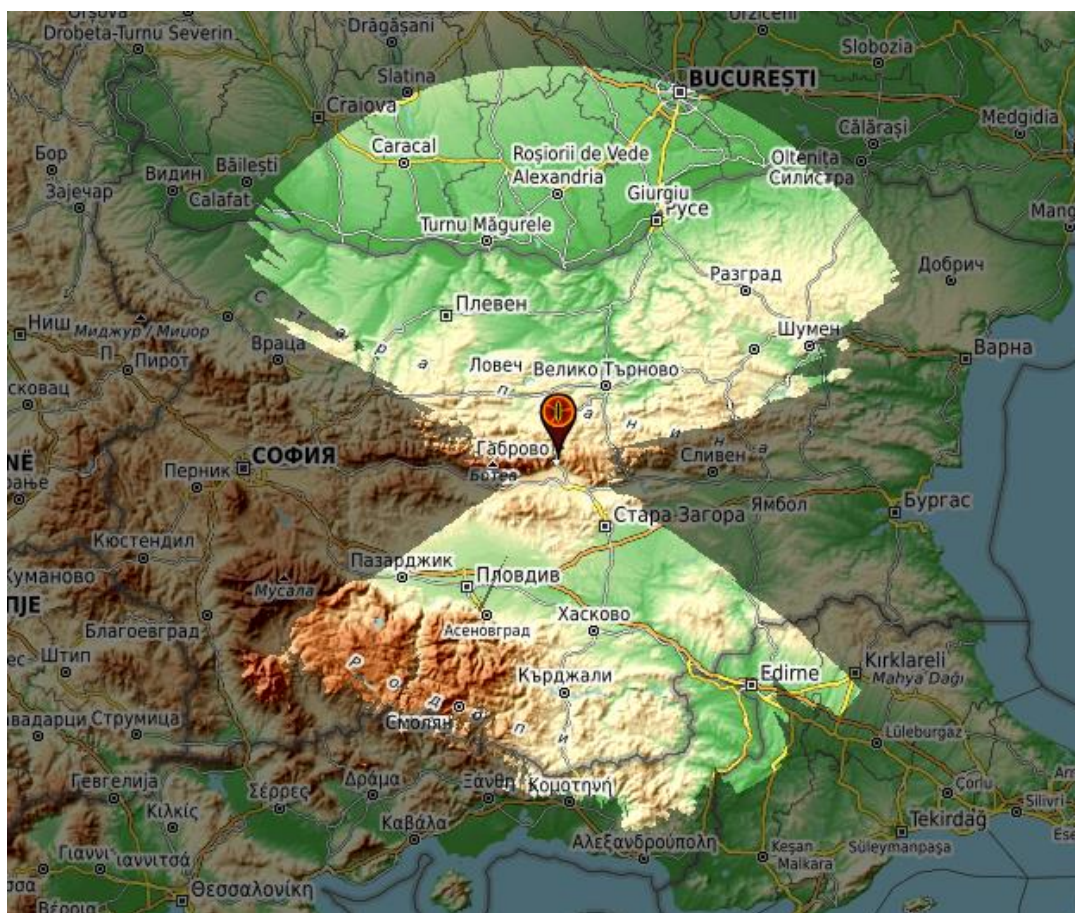
Фиг.7. Диаграма от сайта на Аврора

Тъй като не сме напълно сигурни, накъде ще се движи сондата, мястото трябва да има гледка към голяма част от територията на България. От друга страна то трябва да е достъпно с автомобил и близко до населено място, понеже ще се наложи дълъг престой там по време на пускането. Тези две изисквания са в известна степен несъвместими. Избрахме два основни компромиса: от гледна точка на достъпността най-подходяща е Шуменската обсерватория. Тя е в пряка близост до Шумен, а Шумен е близо до Варна. В самата сграда има ток, което е удобно за наблюдение на сондата. В същото време се намира на Шуменското плато и от нея има гледка към Добруджа (фиг 8.).

Ако стабилната връзка е от ключово значение може да се базираме на връх Шипка. Върхът има видимост както към Горнотракийската низина, така и към Дунавската равнина и Румъния (фиг 9.). Централна част на Горнотракийската низина е добра хипотетична посока за полет, понеже е максимално далече от другите държави и Черното море. В същото време Шипка е значимо място за българската история, и като такова се явява забележителност. Затова там освен самия паметник са изградени път и паркинг, които са наистина от полза за пускането на метеорологичен балон. В близост до върха се намира едноименно село, град Казанлък също не е далече.



Фиг.8. Гледка от Шуменската обсерватория към балон на височина 1 km



Фиг.9. Гледка от в. Шипка към балон на височина 1 km

В крайна сметка изборът на място зависи в голяма степен от бюджета и метеорологичните условия и то ще бъде определено, когато сме напълно готови. Към настоящ момент най-голямата пречка пред полета е точно липса на средства за закупуване на балона, хелия и друго оборудване, свързано с пускането (общо около 1000 лева).

Резултати

Независимо от това, че сондата още не е летяла в стратосферата, работата по нея беше много полезна за всички участници в екипа. Придобихме знания и умения по физика, география и електроника, които не се изучават в училище и най-добре се получават на практика. Работихме с много нови за нас технологии и оборудване, например:

- Микроконтролер ESP32
- Различни сензори, шини като SPI, I2C, standard serial port
- LoRa и ръчно изработени антени
- Слънчеви панели и LiFePO4 акумулатори.
- MIT App inventor
- HTML, JS
- Файлови формати CSV, JSON

Заклучение

Проектът включва както научна, така и инженерна част и цели постигане на реален резултат за разлика от повечето ученически проекти. Смятам че внедряване на подобни дейности в училищна среда, особено в паралелки с техническа, математическа и природонаучна специализация, би помогнало да се усвои учебния материал и да се придобият практически знания и умения.