



изобретения  
трансфер  
ИНОВАЦИИ



**2 (33), 2024**

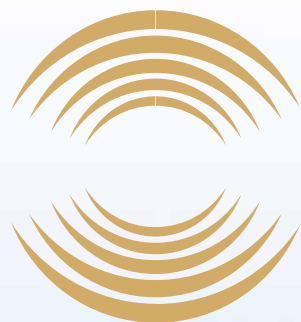
Издание на Съюза на изобретателите в България

**Да насърчаваш  
творчеството**

**Кинематична  
система за ранно  
предупреждение за  
земетресение**

**Общественото  
здравеопазване  
и болниците  
на бъдещето**

**Първият български  
космически прибор**



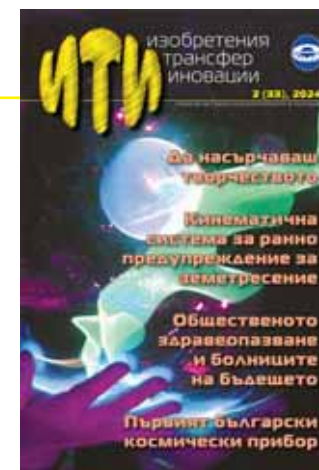
# STARA PLANINA HOLD PLC

[www.sphold.com](http://www.sphold.com)

„Това, което знаем, е капка, това,  
което не знаем, е океан“

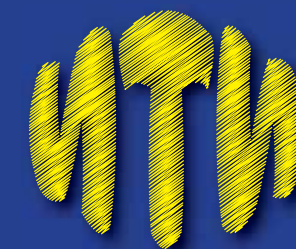
Исак Нютон

**Брой 2 (ЗЗ), 2024 г.  
Година XVI**



## Съдържание

|                                                                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Да насърчаваш творчеството                                                                                                                                                                       | 5  |
| Кинематична система за ранно предупреждение за земетресение<br><b>Проф. Бойко Рангелов, проф. Гаро Мардиросян,<br/>доц. Светослав Забунов</b>                                                    | 9  |
| Платформа за симулиране на сеизмични колебания за обучение<br>на поведенчески реакции по време на силно земетресение<br><b>Проф. Гаро Мардиросян, проф. Бойко Рангелов,<br/>д-р Юлия Крумова</b> | 17 |
| Общественото здравеопазване и болниците на бъдещето<br><b>доц. д-р Роксандра Памукова-Майкълсън,<br/>д-р Галин Каменов</b>                                                                       | 23 |
| Прилагане на различни схеми на коситба и торене<br>върху продуктивността при суданка<br><b>Ас. д-р Велимир Дончев, доц. д-р Станимир Енчев</b>                                                   | 31 |
| Първият български космически прибор<br><b>Таня Иванова</b>                                                                                                                                       | 40 |



Изобретения, Трансфер, Иновации

Научно-приложно  
списание на Съюза на  
изобретателите в България

ISSN 1313-9657

### Редакционна колегия:

д-р инж. Марио Христов -  
гл. редактор

проф. Гаро Мардиросян -  
зам. гл. редактор

проф. д-р Славка Лукипудис

доц. д-р Роксандра  
Памукова-Майкълсън

Милен Марков

### Адрес на редакцията:

ул. "Раковски" № 108,  
1000 София  
тел.: 02 987 85 98  
e-mail: [spisiti@abv.bg](mailto:spisiti@abv.bg)  
[office@sibulgaria.org](mailto:office@sibulgaria.org)

Редакцията не носи  
отговорност за  
съдържанието на  
рекламните  
и PR материали.

### Издател:

Съюз на изобретателите  
в България -  
председател  
д-р инж. Марио Христов

Абониране в редакцията  
през цялата година.

Цена 10,00 лв



**Кинематична система за ранно предупреждение за земетресение за критични инфраструктурни съоръжения**

*Бойко Рангелов, Гаро Мардиросян, Светослав Забунов*

Резюме: Повишава се риска от разрушително земетресение в България, според сеизмични анализи. Последната мощна поредица от силни сеизмични трусове в България е между 14 и 25 април 1928 г. край Чирпан, Поповица и Гълъбово в Маришкия сеизмичен район в Южна България. Най-силният от трусовете – на 18 април с магнитуд 7,0 по Рихтер. Земетресенията засягат една седма от територията на България с над 400 хиляди души население и над 240 села. Жертвите са 107 души и 500 са ранените. Земетресенията причиняват общо щети на стойност около 3,3 милиарда лева. Над 72 хиляди сгради са засегнати като около 26 хиляди сгради от тях са разрушени. Разрушителните земетресения водят до значителни материални загуби и човешки жертви.

Сегашните научни постижения не позволяват да се предвиди точното време на бъдещите големи земетресения. Поради това през последните години се разработва нова глобална иновация – системи за ранно предупреждение за сеизмична опасност (SEWS). Тези системи сигнализират на населението и/или държавните органи, като изпращат съобщение веднага след настъпване на земетресение. Това съобщение предупреждава за идващи по-мощни вторични сеизмични вълни. В резултат на това трябва да се предприемат бързи мерки – например спиране на реакторите на атомните електроцентрали, спиране на бързите влакове, спиране на производството в химическите заводи, изключване на газопроводи и нефтопроводи и др.

Настоящата публикация представя концепции и възможности за реализация на система за ранно предупреждение за кинематични земетресения за критични инфраструктурни обекти. Коментирани са физическите основи за такава система. Предложена е обща принципна схема на системата и е описана нейната функционалност. Формулирани са предпоставките, влияещи върху нейната точност и достоверност.

Представената Кинематична система за ранно предупреждение за земетресение за критични инфраструктурни обекти е обект на патентна защита. Нейното навременно внедряване като част от национална стратегия за управление на риска може да доведе до намаляване на потенциални човешки жертви и материални загуби в България.

Ключови думи: земетресение, система за ранно предупреждение, критични инфраструктурни обекти

**KINEMATIC EARTHQUAKE EARLY WARNING SYSTEM FOR CRITICAL INFRASTRUCTURE FACILITIES**

*Boyko Rangelov, Garo Mardirossian, Svetoslav Zabunov*

Abstract: The risk of a destructive earthquake in Bulgaria is increasing, according to seismic analyses. The last powerful series of really strong seismic tremors in Bulgaria was between April 14 and 25, 1928 near Chirpan, Popovitsa and Galabovo in the Maritsa seismic area in southern Bulgaria. The strongest of the earthquakes – on April 18 with a magnitude of 7.0 on the Richter scale. The earthquakes affect one seventh of the territory of Bulgaria with a population of over 400 thousand people and over 240 villages. The victims are 107 people and 500 are injured. The earthquakes cause a total of damages worth about BGN 3.3 billion. Over 72,000 buildings were affected, and about 26,000 of them were destroyed. Destructive earthquakes lead to significant material losses and human casualties.

Contemporary science achievements cannot predict future major earthquakes' exact time. Hence, during the recent years a novel global innovation has been under development – seismic early warning systems (SEWS). These systems signal the population and/or government authorities by sending a message immediately following an earthquake event occurrence. This message warns for coming more powerful secondary seismic waves. As a result, quick measures are to be undertaken – for example, halting of nuclear power plants reactors, stopping fast trains, turning down production in chemical factories, switching off gas pipelines and oil pipelines, etc.

The current publication present concepts and possibilities for the realization of a Kinematic earthquake early warning system for critical infrastructure facilities. The physics bases for such a system are disclosed. A general schematic diagram of the system is proposed and its functionality is described. The prepositions influencing its accuracy and reliability are formulated.

The shown Kinematic earthquake early warning system for critical infrastructure facilities is subject to patent protection. Its timely implementation as a part of national risk management strategy can lead to reduction in human lives losses, as well as material losses in Bulgaria.

Keywords: earthquake, early warning system, critical infrastructure facilities

**Платформа за симулиране на сеизмични колебания за обучение на поведенчески реакции по време на силно земетресение**

*Проф. Гаро Мардиросян<sup>1</sup>, проф. Бойко Рангелов<sup>2</sup>, д-р Юлия Крумова<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Институт за космически изследвания и технологии при БАН

<sup>2</sup>Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“

<sup>3</sup>Национален институт по геофизика, геодезия и география при БАН

Резюме: Броят на жертвите при силно земетресение зависи значително и от правилната реакция на попадналите в такава ситуация. В световната практика категорично е доказано, че независимо от теоретичната подготовка, решаващо значение има и практическата подготовка при условия близки до реалните. В статията е представена патентно защитена платформа за симулиране на сеизмични колебания за обучение на поведенчески реакции по време на силно земетресение. Платформата симулира реални сеизмични колебания със съответни честоти, фази и амплитуди, даваща възможност за адекватно и ефективно обучение на деца и възрастни за правилно поведение при силно земетресения с различни параметри.

Ключови думи: Земетресение, поведение в земетръсна ситуация, тренажор, сеизмични колебания, платформа за симулиране

**A seismic oscillation simulation platform for training behavioral responses during a strong earthquake**

*Prof. Garo Mardirossian<sup>1</sup>, prof. Boyko Rangelov<sup>2</sup>, Dr. Julia Krumova<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Space Research and Technology Institute BAS

<sup>2</sup>University of Mining and Geology “St. Ivan Rilski”

<sup>3</sup>National Institute of Geophysics, Geodesy and Geography BAS

Abstract: The number of victims in a strong earthquake also depends on the correct reaction of those caught in such a situation. Regardless of theoretical training, practical training under conditions close to real life is also crucial. The article presents a patent-protected training platform simulating real seismic oscillations with relevant frequencies, phases and amplitudes, enabling adequate and effective training of children and adults on behavior during strong earthquakes with different parameters.

Keywords: Earthquake, behavior in an earthquake situation, simulator, seismic oscillations

## Общественото здравеопазване и болниците на бъдещето

доц. д-р Роксандра Памукова-Майкълсън  
Медицински университет – София  
д-р Галин Каменов

Отдел по Епидемиология, Национален център по заразни и паразитни болести

**РЕЗЮМЕ:** Анализи в областта на общественото здравеопазване прогнозираят, че търсенето на медицински услуги ще се увеличи с над 50% в близките 5 до 7 години поради нарастващата застаряваща популация с хронични заболявания. Около половината от медицинските специалисти в различни региони на Европейския съюз ще бъдат на пенсионна възраст в рамките на период от 5 до 15 години. Френското здравеопазване е признато сред водещите места в Европа. Според Politico (2022) във Франция 30% от популацията живее в райони с нисък достъп до общопрактикуващи лекари (ОПЛ) и около 7 милиона души нямат личен лекар. Подобни тенденции се наблюдават в България. В София над половината ОПЛ ще бъдат на пенсионна възраст до 2026 г.

Иновативни решения, базирани на изкуствения интелект и роботизацията имат възможности да подпомогнат овладяването на бъдещата криза. Българските изобретатели могат да допринесат за създаването на атрактивни структурирани програми, използвайки стерео 3D симулации за персонално медицинско образование в училища и домовете, подпомагайки селф-мениджмънта на пациентите и общественото здравеопазване на бъдещето. Същевременно, болница Лозенец и други български лечебни заведения вече използват роботите в дейностите си.

**Ключови думи:** Медицински иновации, постиндустриална икономика, изкуствен интелект, роботи

## HEALTHCARE AND HOSPITALS OF THE FUTURE

Assoc. Prof. Roxandra Pamukoff-Michelson, PhD – Medical University - Sofia  
Dr. Galin Kamenov - Epidemiology Section, National Centre of Infectious and Parasitic Diseases

**ABSTRACT:** Demand for medical services is forecasted to increase by above 50% in 5 to 7 years due to aging population with chronic diseases. Around half of EU medical professionals in various areas are due to retire in 5 to 15 years. French Public health has been recognised among the best systems in Europe. According to Politico (2022) in France 30 percent of the country's population lives in a region with poor access to GPs and nearly 7 million people don't have a referring GP. Similar tendencies are observed in Bulgaria. In Sofia more than half of GPs will be in retirement age by 2026.

Innovative solutions based on AI and robots could help alleviate the problem. 3D health education programmes, developed by Bulgarian inventors could support self-management of patients, contributing to the public health of the future. Lozenetz hospital and other hospitals in Bulgaria already employ some robots.

**Key words:** Medical Innovations, Post-Industrial Economy, AI, Robots

p. 23

## Първият български космически прибор

Таня Иванова

**Резюме:** На 10 април 1979 година полетя първият българин в Космоса и България стана шестата страна в света със свой космонавт. Учените от БАН осъществиха първата национална научна програма за космически изследвания при пилотирани полети. В доклада са разгледани накратко хронологията на космическите изследвания в България, драматичните събития около полета на първия български космонавт Георги Иванов, научната програма за този полет и апаратните системи създадени за реализацията й.

**Ключови думи:** Космонавт, космически изследвания, космическа апаратура

## The first bulgarian space instrument

Tanya Ivanova

**Abstract:** On April 10, 1979, the first Bulgarian flew into space and Bulgaria became the sixth country in the world with its own cosmonaut. The scientists from the Bulgarian Academy of Sciences implemented the first National Scientific Program for space research in manned flights. The report briefly examines the chronology of space research in Bulgaria, the dramatic events surrounding the flight of the first Bulgarian cosmonaut Georgi Ivanov, the scientific program for this flight and the apparatus systems created for its realization.

**Keywords:** Cosmonaut, Space Research, Space Instrumentation

p. 40

# Да насърчаваш творчеството

В изпълнение на своята основна цел да стимулира изобретателското творчество и да популяризира постиженията на българските новатори, Съюзът на изобретателите в България за пореден път представи български изобретения по време на Международния технически панаир в Пловдив.

## XXIII изложение InfoTech IFP-ITI'2024 „Изобретения \* Трансфер \* Иновации“

бе проведено в партньорство и с подкрепата на АИКБ, фондация „Еврика“, ФНТС и със съдействието на Институт по космически изследвания и технологии-БАН, Регионална организация на изобретателите Пловдив, Областна организация на НТС Плевен, Териториална организация на НТС Монтана, „Пам медика“ ЕООД и спонсор „Стара планина холд“ АД.

Панаирът бе открит от заместник-министърът на икономиката и индустрията д-р Давид Сукалински, който направи обиколка на изложението, в което участваха 231 компании, от 25 държави, иновативни фирми и изобретатели. Д-р Сукалински посети и щанда на Съюза на изобретателите в България, като разгледа експозицията и с интерес проследи представянето на промотивния модел на един от експонатите, дело на ученици от Ямбол и Стралджа заедно с техните учители и с подкрепата на Съюза.

По традиция най-добрите идеи бяха наградени от Съюза със Златен медал и Диплом.



Зам.-министър д-р Давид Сукалински и председателят на СИБ д-р инж. Марио Христов разговарят за необходимостта от насърчаване на изобретателството у нас

## НАГРАДЕНИТЕ

### Паркинг система с интелигентни паркоместа

Изобретението намалява времето за търсене на свободно място, оптимизира използването на паркоместата и чрез автоматизацията създава удобства на паркиращите. Предимство на Системата е намаляването на времето и усилията, необходими за паркиране, и предоставяне на по-удобно





изживяване за потребителите чрез спестяване на времето за търсене на паркомаято и намаляване на задръстванията в паркинга, особено по време на натоварени часове.

**Автори са Динко Динев** – учител по Информатика и информационни технологии в Профилирана гимназия „Васил Левски“, Ямбол, със съавтор **Кристиян Бояджиев**, ученик от IX «Г» клас в Гимназията.



*Динко Динев – учител в ПГ „Васил Левски“, Ямбол, със своя съавтор Кристиян Бояджиев и малката изобретателка Миглена Атанасова*

### Интелигентна къщичка с разпознаване на обекти и алармени системи



*Инж. Марио Христов с Дончо Дойчев, ръководител на екипа от Средно училище „П.К.Яворов“, град Стралджа*

Системата за разпознаване на обекти може да идентифицира нежелани посетители или съмнителни обекти около дома. Разпознаването на обекти може да разграничи домашни любимци, преминаващи коли или други безвредни фактори от реални заплахи.

Предимства на предложеното изобретение са повишената сигурност, автоматизацията и удобство, което създава и по-доброто управление на дома. **Автори са Дончо Дойчев, Айше Топчиева, Миглена Атанасова** от Средно училище „П.К.Яворов“, град Стралджа.

### Персонална защита от йонизираща радиация

Предложени са две изобретения, осигуряващи персонална защита от йонизираща радиация: **Писалка със сензор за йонизиращо лъчение**, определящ и посоката на източника и **Ръчен часовник със сензор за йонизиращо лъчение**, определящ и посоката на източника.

Предимство на предложените изобретения е възможността чрез комбинирано използване на полупроводникови датчици за йонизиращо лъчение и сцинтила-

торен датчик за йонизиращо лъчение да се постига по-висока чувствителност към интензитета и спектралните параметри на източниците на йонизиращо лъчение.

**Автори са: доц. Светослав Забунов, проф. Гаро Мардиросян и проф. Георги Желев** от ИКИТ при БАН, както и **доц. Роксандра Памукова** от Медицинска академия – София.

### Тренажор за симулиране на сеизмични колебания

Дава възможност за придобиване на адекватни знания и умения за реакция и поведение по време на силно земетресение.

Реализира практически неразличими от реалните трусове сеизмични вибрации, което създава адекватни усещания у обучаемите. Позволява симулация на различни по вид земетресения, по-слаби, по-силни, по-близки, по-далечни, както и с различна продължителност. Това носи адекватна информация за физическите усещания, съответстващи на реална ситу-

ация. Съчетан с обяснения и инструкции от страна на обучаващите, тренажорът може да подпомогне изграждането на правилно поведение по време на трус.

**Автори: проф. д-тн д-р инж. Гаро Мардиросян, проф. д-р Бойко Рангелов, проф. д-тн Димо Зафиров, д-р Георги Георгиев** от Институт за космически изследвания и технологии при БАН.

### Устройство за аварийно отваряне на аварийни отвори в обществени превозни средства

Изобретението осигурява възможност за мигновено аварийно отваряне на врати и аварийни отвори на превозни средства за масов транспорт.

По този начин се осигурява възможност за напускане на превозното средство, когато поради блокиране е невъзможно отваряне на вратите (отворите) ръчно или чрез традиционните пневматични, механични и други начини.

**Автори са Николай Димитров, Гаро Мардиросян**



*Проф.д-тн Любен Лаков, гл.ас. д-р инж.Красимира Тончева, проф. д-тн д-р Гаро Мардиросян, проф. д-тн Димо Зафиров – всички от БАН*



### Устройство за получаване на пепел от оризови люспи

Изобретението се отнася до устройство за получаване на пепел от оризови люспи, съдържаща над 80 % обогатен аморфен  $\text{SiO}_2$ , остатък след изгарянето, който намира приложение при получаване на композитен материал с прах от смляно стъкло.

Предимства на изобретението е специалната конструкция на устройство за получаване на пепел от изгарянето на оризови люспи с бункер, дълга шнекова тръба с надлъжни ребра и шнек, съосно разположени във въртящата се тръба на електрическа пещ. Газовете от изгарянето се регулират и насочват чрез насочващ кожух към газоотвода.

**Автори са: Илия Чорбов, Любен Лакков, Красимира Тончева, Мария Георгиева.**

### Метод за производство и съхранение на електроенергия от възобновяеми енергийни източници

Енергоефективен и екологичен метод

за производство и приложение, съхранение на повече ел.енергия от ВЕИ за различни граждански и индустриални приложения и други производства.

Предимства: Производство на ел.енергия, заряд с Интелигентна система за импулсен ток с Рс управление, ускоряване и екологичност на процесите, икономия на ел.енергия, удължаване на живота на акумулаторните батерии и други.

**Автор на иновативния метод е Стоян Гишин.**

Със своите две традиционни изяви за стимулиране на българските изобретатели и селекционери на изложенията ИТИ, Съюзът не само стимулира изобретателите и селекционерите, но и с представянето им на такива крупни изложбени събития той спомага за популяризиране на техните постижения и за привличането на млади хора към творчески професии във всички сектори на стопанския живот на страната.



Председателят на СИБ д-р инж. Марио Христов с част от наградните

# Кинематична система за ранно предупреждение за земетресение

Проф. Бойко Рангелов,  
проф. Гаро Мардиросян, доц. Светослав Забунов

**Резюме:** Повишава се риска от разрушително земетресение в България, според сеизмични анализи. Последната мощна поредица от силни сеизмични трусове в България е между 14 и 25 април 1928 г. край Чирпан, Поповица и Гълъбово в Маришкия сеизмичен район в Южна България. Най-силният от трусовете – на 18 април с магнитуд 7,0 по Рихтер. Земетресенията засягат една седма от територията на България с над 400 хиляди души население и над 240 села. Жертвите са 107 души и 500 са ранените. Земетресенията причиняват общо щети на стойност около 3,3 милиарда лева. Над 72 хиляди сгради са засегнати като около 26 хиляди сгради от тях са разрушени. Разрушителните земетресения водят до значителни материални загуби и човешки жертви.

Сегашните научни постижения не позволяват да се предвиди точното време на бъдещите големи земетресения. Поради това през последните години се разработва нова глобална иновация – системи за ранно предупреждение за сеизмична опасност (SEWS). Тези системи сигнализират на населението и/или държавните органи, като изпращат съобщение веднага след настъпване на земетресение. Това съобщение предупреждава за идващи по-мощни вторични сеизмични вълни. В резултат на това трябва да се предприемат бързи мерки – например спиране на реакторите на атомните електроцентрали, спиране на бързите влакове, спиране на производството в химическите заводи, изключване на газопроводи и нефтопроводи и др.

Настоящата публикация представя концепции и възможности за реализация на система за ранно предупреждение за кинематични земетресения за критични инфраструктурни обекти. Коментирани са физическите основи за такава система. Предложена е обща принципна схема на системата и е описана нейната функционалност. Формулирани са предпоставките, влияещи върху нейната точност и достоверност.

Представената Кинематична система за ранно предупреждение за земетресение за критични инфраструктурни обекти е обект на патентна защита. Нейното навременно внедряване като част от национална стратегия за управление на риска може да доведе до намаляване на потенциални човешки жертви и материални загуби в България.

**Ключови думи:** земетресение, система за ранно предупреждение, критични инфраструктурни обекти

# KINEMATIC EARTHQUAKE EARLY WARNING SYSTEM FOR CRITICAL INFRASTRUCTURE FACILITIES

Boyko Ranguelov, Garo Mardirossian, Svetoslav Zabunov

**Abstract:** The risk of a destructive earthquake in Bulgaria is increasing, according to seismic analyses. The last powerful series of really strong seismic tremors in Bulgaria was between April 14 and 25, 1928 near Chirpan, Popovitsa and Galabovo in the Maritsa seismic area in southern Bulgaria. The strongest of the earthquakes – on April 18 with a magnitude of 7.0 on the Richter scale. The earthquakes affect one seventh of the territory of Bulgaria with a population of over 400 thousand people and over 240 villages. The victims are 107 people and 500 are injured. The earthquakes cause a total of damages worth about BGN 3.3 billion. Over 72,000 buildings were affected, and about 26,000 of them were destroyed. Destructive earthquakes lead to significant material losses and human casualties.

Contemporary science achievements cannot predict future major earthquakes' exact time. Hence, during the recent years a novel global innovation has been under development – seismic early warning systems (SEWS). These systems signal the population and/or government authorities by sending a message immediately following an earthquake event occurrence. This message warns for coming more powerful secondary seismic waves. As a result, quick measures are to be undertaken – for example, halting of nuclear power plants reactors, stopping fast trains, turning down production in chemical factories, switching off gas pipelines and oil pipelines, etc.

The current publication present concepts and possibilities for the realization of a Kinematic earthquake early warning system for critical infrastructure facilities. The physics bases for such a system are disclosed. A general schematic diagram of the system is proposed and its functionality is described. The prepositions influencing its accuracy and reliability are formulated.

The shown Kinematic earthquake early warning system for critical infrastructure facilities is subject to patent protection. Its timely implementation as a part of national risk management strategy can lead to reduction in human lives losses, as well as material losses in Bulgaria.

**Keywords:** earthquake, early warning system, critical infrastructure facilities

## ВЪВЕДЕНИЕ

Катастрофалните земетресения в Суматра – 2004 г., Чили – 2010 г. и 2014 г., Япония – 2011 г., Соломоновите острови – 2014 г., Турция – 2023 г. и др. предизвикаха огромни поражения, човешки жертви и аварията във Фукушима [1].

Повишава се риска от разрушително земетресение в България, според сеизмични анализи. Последната мощна поредица от силни сеизмични трусове в България е между 14 и 25 април 1928 г. край Чирпан, Поповица и Гълъбово в Маришкия сеизмичен район в Южна България.

Най-силният от трусовете – на 18 април с магнитуд 7,0 по Рихтер. Земетресенията засягат една седма от територията на България с над 400 хиляди души население и над 240 села. Жертвите са 107 души и 500 са ранените. Земетресенията причиняват общо щети на стойност около 3,3 милиарда лева. Над 72 хиляди сгради са засегнати като около 26 хиляди сгради от тях са разрушени. Тези земетресения и последвалите ги цунами показаха категорично необходимостта от системи за ранно предупреждение за силни земетресения [2].

Тъй като засега времето на предстоя-

що силно сеизмично събитие е непредсказуемо, през последните години се разработва нова глобална иновация – системите за ранно сеизмично предупреждение (SEWS).

## ФИЗИЧНИ ОСНОВИ НА КИНЕМАТИЧНИТЕ СИСТЕМИ ЗА РАННО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ОТ ЗЕМЕТРЕСЕНИЕ

Всички известни кинематични SEWS се основават на фундаменталното физическо свойство на разпространението на сеизмичните вълни: Р-вълните (с по-ниски амплитуди и по-малък разрушителен потенциал и често наричани „сигнални“) пътуват приблизително 1,41 пъти по-бързо от S вълните. Р-вълните имат движения на компресия/разтягане на частиците от твърдите среди еластични и се придвижват по направление на разпространението на сеизмичния лъч. Тези вълни са най-бързи и имат най-висока скорост – между 6 и 8 km/s. Амплитудите на Р-вълните често са най-ниските в целия фазов пакет на всяка сеизмична вълна, излъчвана от сеизмичния източник. S-вълните са с няколко пъти по-големи амплитуди и имат много по-голям разрушителен потенциал поради движението на частиците на средата перпендикулярно на разпространението на вълновия лъч и имат по-ниска скорост. S-вълните също така не се разпространяват през течности и имат доминиращ ротационен компонент. Съотношението на скоростите ( $V_s$  и  $V_p$ ) според теорията е най-малко  $2^{-1/2}$ .

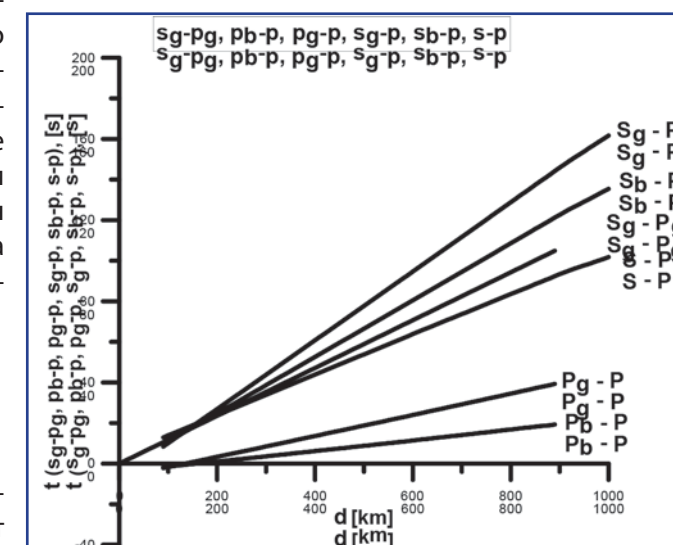
Уравнението

$$V_p/V_s = 2^{-1/2}$$

е фундаменталната зависимост, върху която се изграждат моделите на кинематичните SEWS. Тази връзка винаги съществува във всяко твърдо

тяло и е иманентно свойство на всяка идеална еластична среда. Често в земната кора тази зависимост показва по-малка стойност поради неидеалната еластичност на земните слоеве.

Функцията на времето на пътуване  $F(d, t_{p/s})$  представя връзката между времената на пътуване на различните фази на вълните ( $S, P, S_g, P_g, S_b, P_b$  и т.н.) и разстоянието до сеизмичния източник. Функцията в координатната система ( $d, t$ ) обикновено е права линия, в зависимост от скоростта на сеизмичните вълни в съответния слой. Функцията на времето за пътуване е основната зависимост, която се използва за изчисляване на кинематичните модели на времеви дефицит на EWS. Основният принцип на SEWS изисква по-дълго време на разпространение от сеизмичния източник до застрашената територия, което означава по-голямо разстояние. Това време ( $t_s - t_p$ ) се нарича „време за предупреждение“ и представлява разликата между времената на пристигане на Р и S вълните до застрашения обект [3]. В нашия случай това е критичната инфраструктура. Тогава кинематичният модел използва времената на пътуване на S и Р вълните и техните разлики (Фиг. 1).



Фиг. 1. Пример за разликите във времената на пристигане на различните фази на S и Р вълните в зависимост от разстоянието d



## НОВА КОНЦЕПЦИЯ

Известните системи SEWS сигнализируют на населението и/или на държавните органи след като стане земетресението – просто дават информация, че сеизмичното събитие е факт, че могат да се очакват по-силните вибрации от вторичните сеизмични вълни и да се предприемат някои много бързи спешни и неотложни мерки, като например спиране на реакторите на АЕЦ, както и на свръхбързи влакове, химически производства, изключване на газопроводи и нефтопроводи и др. В щастливи случаи някои хора могат да реагират (особено в районите на ниски сгради) и да се евакуират ефективно за няколко секунди, като по този начин спасят живота си.

Известните системи за ранно предупреждение използват динамични параметри на сеизмичните вълни от земетресение – време в огнището, посока към епицентъра, амплитуди, честоти и периоди на сеизмичните вълни и др. [4]. Съществуват и автоматични аварийни системи, при които при пристигане на сеизмичната вълна например до атомна електроцентрала, аварийно се изключват реакторите [5].

Недостатък на аварийните системи за ранно предупреждение е, че те се задействат едва когато сеизмичната вълна е пристигнала до създаващите опасност елементи на критичната инфраструктура, като всички други елементи на критичната инфраструктура остават изолирани от предупреждението. Друг недостатък е продължителното време за обработка на данните, което да доведе до по-точно определяне параметрите на земетресението – магнитуд, очакван интензитет в критичната инфраструктура и др. Това води до забавяне, което е съществен елемент при планиране на евакуация на хора.

Предишният ни опит с разработени SEWS (например за Баку и Венеция) дава възможност за надграждане на методо-

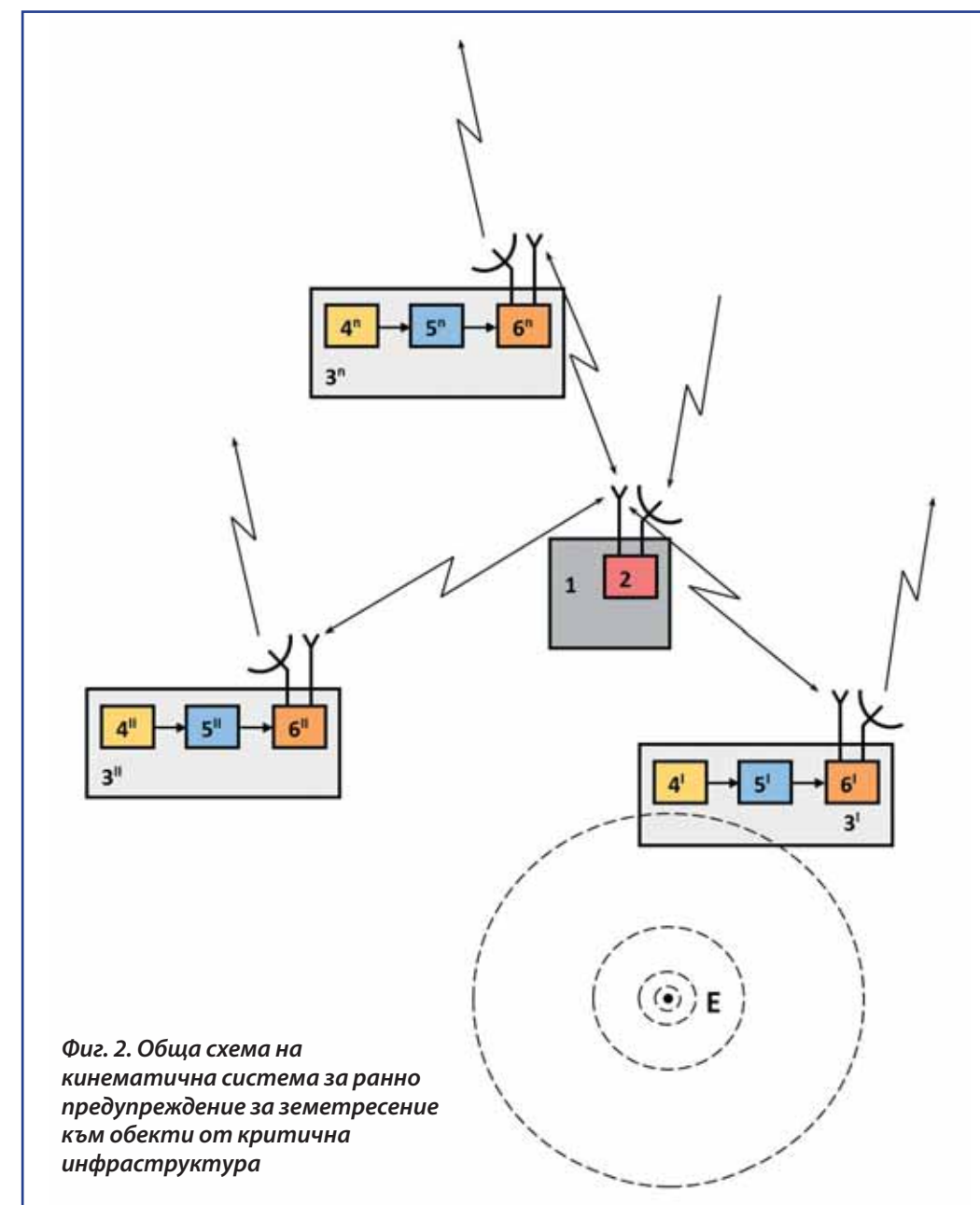
логията за моделиране, разширяваща се до формализиран алгоритъм и оценки на точността, особено за критичната инфраструктура (например АЕЦ).

Тук се представя нова концепция и принципна възможност за реализация на кинематична система за ранно предупреждение за земетресение към обекти от критична инфраструктура. Наречена е кинематична, защото използва само кинематични параметри на сеизмичните вълни – времена на пристигане на вълните и скоростите им.

В най-общ вид схемата за ранно предупреждение за земетресение е представена на фиг. 1.

На схемата означенията са: 1 – критична инфраструктура, 2 – команден център, 3<sup>1</sup>, 3<sup>II</sup>...3<sup>n</sup> – смарт сеизмоприемни пунктове, 4<sup>1</sup>, 4<sup>II</sup>...4<sup>n</sup> – сеизмоприемници (акселерометри), 5<sup>1</sup>, 5<sup>II</sup>...5<sup>n</sup> – компаратор-дискриминатори и 6<sup>1</sup>, 6<sup>II</sup>...6<sup>n</sup> – телеметрични модули. На схемата епицентърът е означен с Е. Между смарт сеизмоприемните пунктове 3<sup>1</sup>, 3<sup>II</sup>...3<sup>n</sup> и командния център 2 има дублирана телеметрична връзка (например чрез клетъчна телефония и сателитна телефония).

Предимствата на тази система са, че разположените „смарт“ (умни) сеизмоприемни пунктове в близост до всички предварително известни очаквани огнища на силни земетресения се задействат автономно и изпращат предупредителен сигнал без човешка намеса. Използването на бързодействащи комуникационни системи (сателит, радио, клетъчен телефон, Интернет) за предаване на предупредителните сигнали и конструкцията на кинематичната система за ранно предупреждения, дават възможност за спестяване на време. Надеждността на системата може да се увеличава с увеличаване (ъпгрейд) на броя на сеизмоприемните пунктове. Системата работи в напълно автономен режим, като освен сигнал за предупреждение стартира цялата система от сензори за



Фиг. 2. Обща схема на кинематична система за ранно предупреждение за земетресение към обекти от критична инфраструктура

извършване на запис на сеизмичните вълни, който да послужи за последващ анализ и корекции. Кинематичната система за ранно предупреждение на критична инфраструктура от земетресение е много по-евтина от всички съществуващи и функциониращи системи за ранно предупреждение.

Кинематичната система за ранно предупреждение за земетресение към обек-

ти от критична инфраструктура действа по следния начин.

При реализиране на земетресение сеизмичните вълни от епицентъра Е се разпространяват във всички посоки. При достигане на първата надлъжна „Р-вълна“ до най-близкия смарт сеизмоприемен пункт 3<sup>1</sup>, 3<sup>II</sup> ... 3<sup>n</sup> се задейства съответния сеизмоприемник 4<sup>1</sup>, 4<sup>II</sup> ... 4<sup>n</sup>, в който се генерира електричен сигнал, който по-



стъпва в съответния компаратор-дискриминатор  $5^I, 5^{II} \dots 5^n$ . Той предварително е настроен за амплитудно ниво на задействане, и ако амплитудното ниво на сеизмичния сигнал превишава това ниво, се изпраща сигнал към съответния телеметричен модул  $6^I, 6^{II} \dots 6^n$ . Телеметричният модул  $6^I, 6^{II} \dots 6^n$  по два независими телеметрични канала – чрез клетъчната телефония или сателитна телефония изпраща сигнал до автоматичния команден център 2, което на практика отнема нулево време. Последният се задейства и издава съответната команда – в случай когато критичната инфраструктура 1 е атомна електроцентрала, това е аварийно изключване на реакторите от изпреварващ сигнал идващ от смарт сеизмоприемния пункт  $3^I, 3^{II} \dots 3^n$  разположен най-близо до епицентъра, а не от пристигналите първи вибрации, както работят сегашните аварийни системи. Дублираната телеметрична връзка е с цел осигуряване на висока степен на надеждност. По този начин, преди пристигането на вторичната „S-вълна“, която носи по-голяма енергия и е разрушителна, автоматично се прави необходимото, за да се предпази критичната инфраструктура. Едновременно с това се подава звукова, светлинна или гласова сигнализация за евентуална евакуация или повишена готовност на персонала.

Сигналът за предупреждение, генериран от първичната сеизмична вълна, изпреварва пристигането на по-силната и разрушителна вторична сеизмичната вълна, защото е генериран в областта на епицентъра, където е разположен смарт сеизмоприемния пункт  $3^I, 3^{II} \dots 3^n$ , който сигнализира, както критичната инфраструктура, така и задейства цялата кинематична система. Тя стартира запис на сеизмичните сигнали, който може да послужи за последващ анализ. Това е възможно, защото скоростите на разпространение на сеизмичните вълни са изключително високи (респ. 7–8 km/s за

първичните и най-малко 1.41 пъти по-ниски за вторичните сеизмични вълни).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Концепцията за изграждане на система за ранно предупреждение за земетресение към обекти от критична инфраструктура е разработена на базата на предишен опит и проучвания.

Факторите, влияещи на точността и надеждността на предложената система са времената за пътуване на вълните, времето за задействане (реакция) на сеизмоприемните пунктове, както и тяхната надеждност. Обичайният начин за елиминиране на техническите фактори е дублирането на съответните технически устройства.

Представената тук кинематична система за ранно предупреждение за земетресение към обекти от критична инфраструктура е обект на патентна защита [6, 7]. Нейното навременно внедряване като част от национална стратегия за управление на риска може да доведе до намаляване на потенциални човешки жертви и материални загуби в България [8].

## БЛАГОДАРНОСТ

Настоящата разработка е във връзка с изпълнението на т.1.1.2 и т.1.1.6 от Национална научна програма (ННП) „Сигурност и отбрана“ – „Анализ на риска и на заплахите, проектиране и разработване на концептуални пораждащи модели и софтуер за повишаване на ефективността на управление на силите и средствата за въздействие върху критичната инфраструктура при природни бедствия, аварии и кризи на територията на Република България“, съгласно Споразумение № Д01-74/19.05.2022 г. между Министерство на образованието и науката и Институт по отбрана „Професор Цветан Лазаров“ за изпълнение на ННП „Сигурност и отбрана“, приета с ПМС № 731 от 21.10.2021 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мардиросян Г. Природни бедствия и екологични катастрофи – Изучаване, Prevenция, Защита. Четвърто преработено и допълнено издание. Издателство на БАН „Проф. Марин Дринов“, ISBN 978-619-245-013-7, 353 с.
2. Rangelov B., A. Frantsova. 2017. Multihazards early warnings. Research, models and Bulgarian expertise., LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken, 224 p.
3. Rangelov B., I. Parushev, G. Mardirossian, E. Spassov, At. Bliznakov, 2014. Kinematic models and applications for the early warning systems - earthquakes and tsunamis. Tenth International Scientific Conference SPACE, ECOLOGY, SAFETY – SES 2014, Sofia, Bulgaria, pp. 341–347.
4. <https://www.jma.go.jp/jma/en/Activities/eew1.html>
5. <https://world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/safety-of-plants/nuclear-power-plants-and-earthquakes.aspx>
6. Мардиросян Г., Б. Рангелов, П. Гецов, С. Забунов, Г. Желев. Кинематична система за ранно предупреждение за земетресение към обекти от критична инфраструктура. ПМ № 4472 от 26.06.2023. Патентно ведомство на Република България.
7. Мардиросян Г., Б. Рангелов, П. Гецов, С. Забунов, Г. Желев. Кинематична система за ранно предупреждение за земетресение към обекти от критична инфраструктура. Рег. № 113652/09.02.2023. Патентно ведомство на Република България.
8. Памукова-Майкълсън Р. Иновациите на постиндустриалното общество. Изобретения, трансфер, иновации, 1 (32), 2024, с. 24-28.

Correspondence address:

Prof. Dr Boyko Rangelov –  
University of Mining and Geology “St. Ivan Rilski”, Sofia, Bulgaria, [brangelov@gmail.com](mailto:brangelov@gmail.com)  
Prof. DSc Garo Mardirossian –  
Space Research and Technology Institute – Bulgarian Academy of Sciences, Sofia 1113, Acad.  
G. Bonchev str. block 1, [g.mardirossian@space.bas.bg](mailto:g.mardirossian@space.bas.bg)  
Assoc. prof. Dr Svetoslav Zabunov –  
Space Research and Technology Institute – Bulgarian Academy of Sciences, Sofia 1113, Acad.  
G. Bonchev str. block 1, [svetoslavzabunov@gmail.com](mailto:svetoslavzabunov@gmail.com)



Доц. Светослав Забунов работи в областта на космическите изследвания в Институт за космически изследвания и технологии към Българска академия на науките. Той е завършил магистърска степен в областта на инженерните науки към Технически университет–София, а защитава докторската си дисертация в Софийски университет, Физически факултет.





Съюзът на изобретателите в България е създаден през 1932 година и възстановен през 1990 година и обединява изобретатели, патентни специалисти, селекционери и новатори от всички области на техниката за защита на техните професионални права и интереси и работи за издигане равнището на тяхната квалификация.

Съюзът на изобретателите в България осъществява своите цели и задачи като:

- организира и провежда семинари, курсове, конференции, изложения на изобретения и иновации и обсъждания на нормативни документи за иновационната политика на страната и изобретателската дейност на независими изобретатели и научно-изследователски структури;

- извършва международна дейност;

- участва в реализирането на проекти по различни програми;

- извършва издателска дейност.

Към Съюза на изобретателите в България е сформирани Центърът за развитие на интелектуална собственост и технологичен трансфер (ЦРИСТТ) [tzristt@abv.bg](mailto:tzristt@abv.bg), който също е сдружение с нестопанска цел. Предмета на дейност на ЦРИСТТ е да развива, подпомага и съдейства на иновационния процес в цялостното му развитие - от идеята до пазарната реализация.

Списание "Изобретения, Трансфер, Иновации - ИТИ" е научно-приложно и информационно издание на Съюза на изобретателите в България, което отразява дейността на Съюза - провеждане на семинари, курсове, конференции и други събития, организирани от него и публикува доклади, статии и други материали за изследвания в областта на закрилата на обекти на индустриална собственост, упражняване на правата върху тях и трансфера на същите.

За контакти:

[office@sibulgaria.org](mailto:office@sibulgaria.org)  
[www.sibulgaria.org](http://www.sibulgaria.org)

# Платформа за симулиране на сеизмични колебания за обучение на поведенчески реакции по време на силно земетресение

Проф. Гаро Мардиросян<sup>1</sup>, проф. Бойко Рангелов<sup>2</sup>, д-р Юлия Крумова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Институт за космически изследвания и технологии при БАН

<sup>2</sup>Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“

<sup>3</sup>Национален институт по геофизика, геодезия и география при БАН

**Резюме:** Броят на жертвите при силно земетресение зависи значително и от правилната реакция на попадналите в такава ситуация. В световната практика категорично е доказано, че независимо от теоретичната подготовка, решаващо значение има и практическата подготовка при условия близки до реалните. В статията е представена патентно защитена платформа за симулиране на сеизмични колебания за обучение на поведенчески реакции по време на силно земетресение. Платформата симулира реални сеизмични колебания със съответни честоти, фази и амплитуди, даваща възможност за адекватно и ефективно обучение на деца и възрастни за правилно поведение при силно земетресение с различни параметри.

**Ключови думи:** Земетресение, поведение в земетръсна ситуация, тренажор, сеизмични колебания, платформа за симулиране

## A seismic oscillation simulation platform for training behavioral responses during a strong earthquake

Prof. Garo Mardirossian<sup>1</sup>, prof. Boyko Rangelov<sup>2</sup>, Dr. Julia Krumova<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Space Research and Technology Institute BAS

<sup>2</sup>University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski"

<sup>3</sup>National Institute of Geophysics, Geodesy and Geography BAS

**Abstract:** The number of victims in a strong earthquake also depends on the correct reaction of those caught in such a situation. Regardless of theoretical training, practical training under conditions close to real life is also crucial. The article presents a patent-protected training platform simulating real seismic oscillations with relevant frequencies, phases and amplitudes, enabling adequate and effective training of children and adults on behavior during strong earthquakes with different parameters.

**Keywords:** Earthquake, behavior in an earthquake situation, simulator, seismic oscillations



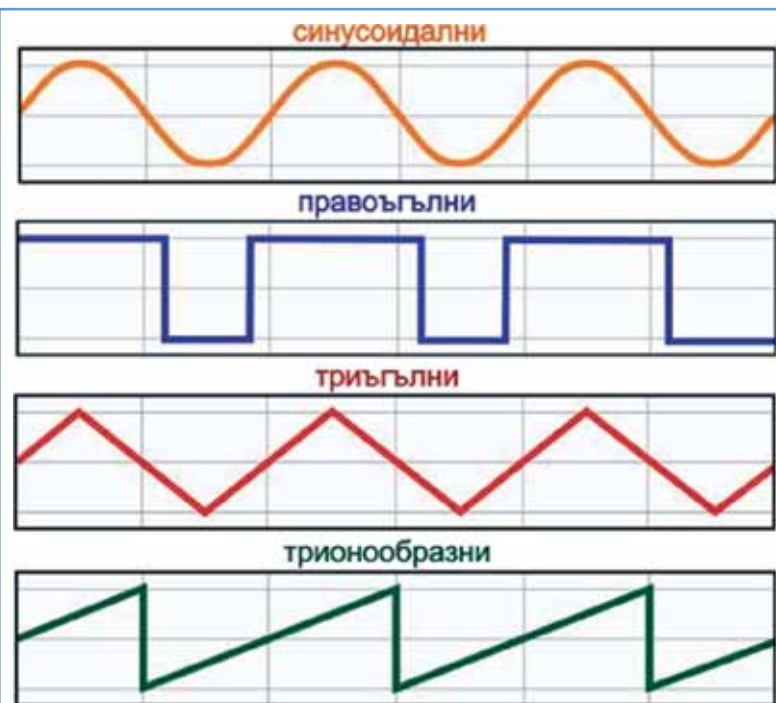
Както при всички видове природни бедствия и екологични катастрофи, правилното поведение и адекватните реакции преди, по време на, така също и след земетресение гарантират свеждане до минимум на травмите, нараняванията и броя на жертвите. Разбира се, правилата за правилна реакция и поведение не са панацея или магически способности за безопасно посрещане и преживяване на бедствията. През цялото свое развитие човек е придобил увереност и спокойствие от стабилната и твърда основа под краката си и нейната загуба, макар и за кратко, силно го разстройва, обърква и паникьосва. Поради това няма гаранция, че в момент, когато земята се люлее под краката му, човек може да приложи всичките си знания и умения за действие в такава ситуация [1]. Но все пак, ако има предварителна подготовка и правилни познания, шансовете за спасение са много по-големи. Ако не – шансовете му са около нула. В подкрепа на това твърдение има достатъчно много примери както в световен мащаб, така и у нас [2–5].

Най-важната предпоставка за придобиване на знания и умения за реакция и поведение по време на силно земетресение е практическата подготовка в условия близки до реалните. Тя е незаменима и решаваща независимо от теоретичните знания. Поради това от години в държави като САЩ, Япония, Гърция, Англия, Индонезия и други, съществуват тренажорни платформи за симулация на вибрациите при силни земетресения.

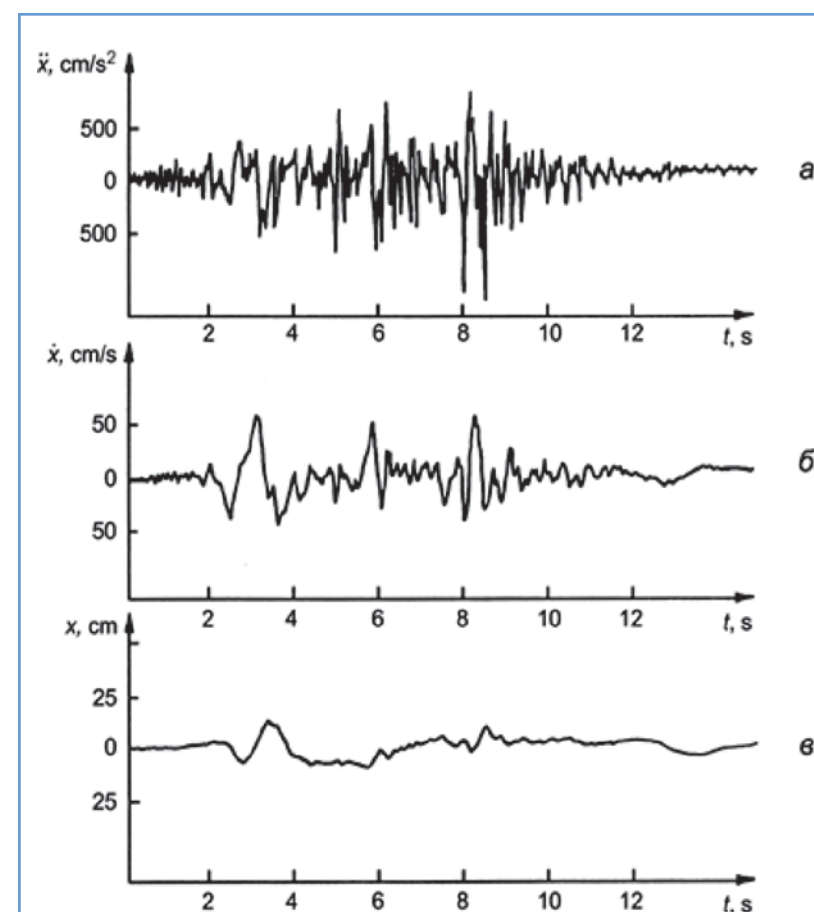
Различни такива платформи могат да се видят в музея „Експлораториум“ в Сан Франциско, Природонаучния музей в Лондон, Националния исторически музей в Крит, Националния природонаучен музей в Цюрих, в Джакарта – Индонезия и другаде [6, 7]. Подобни симулатори са създадени и за базата на Българския червен кръст и в Столична община [8].

Известните тренажорни платформи възпроизвеждат синусоидални, правоъгълни, триъгълни или трионообразни колебания, (Фиг. 1) без възможности да се изменят съществено амплитудите, честотите и фазата на сеизмичните колебания, които се използват като предварително зададени. При това в повечето случаи колебанията са само във вертикално направление. Тези вибрации са твърде различни от реалните сеизмични колебания при силно земетресение (Фиг. 2), поради което не създават пълна адекватност при провеждане на обучението.

Нещо повече, често тези изкуствено



Фиг. 1. Синусоидални, правоъгълни, триъгълни или трионообразни колебания, генерирани от известните тренажорни платформи



Фиг. 2. Запис на ускорението  $\ddot{x}$ , скоростта  $\dot{x}$  и преместването  $x$  на реално земетресение

предизвикани колебания се възприемат като забавление от децата, което компрометира целта на тренировките за адекватно поведение и действия в една сложна психологическа обстановка, която се създава по време на силно земетресение.

Тук съвсем накратко и в най-общи линии се представя платформа за симулиране на сеизмични колебания за обучение на поведенчески реакции по време на силно земетресение. Платформата е обект на патентна защита [9, 10].

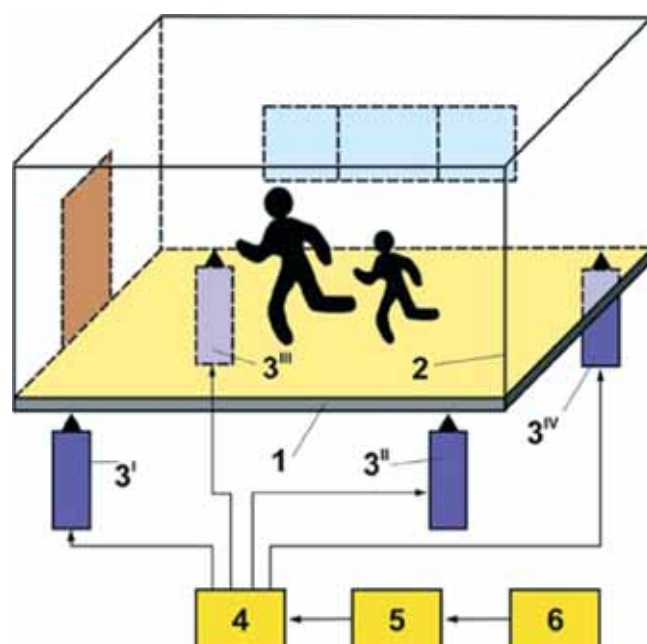
Платформата за симулиране на сеизмични колебания за обучение на поведенчески реакции по време на земетресение е илюстрирана схематично на фиг. 2. Означенията на фигурата са: 1 – платформа, 2 – помещение (класна стая, офис и др.),

ситуирано върху платформата, 3<sup>I</sup>, 3<sup>II</sup>, 3<sup>III</sup> и 3<sup>IV</sup> – хидравлични цилиндри, 4 – задвижващ блок, 5 – управляващ блок и 6 – компютър. В зависимост от габаритите и масата на платформата и помещението хидравличните цилиндри могат да са и 6 броя. Също и 5 броя, като единият е в центъра на платформата. Поради много по-високата си изходна мощност в сравнение с пневматичните, тук се използват двойно действащи хидравлични цилиндри.

В зависимост от категорията обучаеми, в помещението се оформя класна стая, офис,

спално помещение в детска градина и др. Обучаемите влизат в помещението (2) и заемат обичайните си места и започват обичайната си дейност. От компютъра (6) се подава запис на конкретно по сила земетресение с исканите амплитудно-честотни и фазови параметри и продължителност към управляващия блок (5), който подава съответните команди към задвижващия блок (4).

Последният задвижва поотделно четири хидравлични цилиндъра (3<sup>I</sup>, 3<sup>II</sup>, 3<sup>III</sup> и 3<sup>IV</sup>), които при движението си създават колебателни движения на платформата (1), съответно и на помещението (2), напълно реални както при конкретното земетресение, записът на който се използва. Тренажорът дава възможност за изме-



Фиг. 3. Схематична илюстрация на платформата за симулиране на сеизмични колебания за обучение на поведенчески реакции по време на силно земетресение

нение на силата на вибрациите. Това е от съществено значение, защото предприеманите мерки за защита се различават в зависимост от силата на трусовете, което е от голяма важност при обучението [11].

Предлаганият тренажор за симулация на колебания при земетресение използван при обучение на населението за правилни и адекватни реакции има следните предимства [12]:

⇒ Реализира практически неразличими от реалните трусове сеизмични ви-

брации, което създава адекватни усещания у обучаемите;

⇒ Дава възможности за симулация на различни по вид земетресения, по-слаби, по-силни, по-близки, по-далечни, както и с различна продължителност. Това носи адекватна информация за физическите усещания, съответстващи на реална ситуация. Съчетани с обяснения и инструкции от страна на обучаващите, може да подпомогне изграждането на правилно поведение по време на трус;

⇒ Подобен тренажор, създаващ пълномащабна картина на земетръс е изключително полезно устройство, за провеждане на повторяеми експерименти със всички видове обучаеми – деца и възрастни, за правилна реакция и поведение при възникване на това природно бедствие.

Настоящата статия е изготвена в резултат от работата по Договор № 2023-1-BG01-KA220-HED-000159479 - „Sustainable Disaster and Emergency Management SUDEM“, финансиран по програма Еразъм+ и Национална научна програма „Сигурност и отбрана“ съгласно Споразумение № Д01-74/19.05.2022 г. между Министерство на образованието и науката и Институт по отбрана „Професор Цветан Лазаров“.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Мардиросян Г. Природни бедствия и екологични катастрофи – изучаване, превенция, защита. Изд. на БАН „Проф. Марин Дринов“, 2020, 353 с. ISBN: 978-619-245-013-7
2. Христосков Л., Б. Рангелов, Е. Спасов, Н. Доцев, 1989, Организиран и индивидуални действия при силно земетресение, Военно издателство, С., 70 с.
3. Рангелов Б., 2006. Класификации и мениджмънт на риска при природни и предизвикани опасности. В кн. „Научна поддръжка на трансформацията на сектора за сигурност“, ЦИНСО-БАН, АИ „Проф. М. Дринов“, с. 7–17.
4. Мардиросян Г., Б. Рангелов, А. Близнаков, 2011. Природни бедствия – възникване, последици, защита, АИ АвитКонсулт, С., 170 с.

5. Йосифов Д., Паскалева И., Ботев Е., Рангелов Б., 2018. Земетръсната опасност за София. Изд. НТС по МДГМ. ISBN: 978-619-90939-2-4, 227 с.

6. <https://motionsystems.eu/earthquake-simulator/>

7. <https://focusterra.ethz.ch/en/museum/earthquake-simulator.html>

8. <https://redcrosstrainingcentre.org/earthquake/>

9. Г. Мардиросян, Б. Рангелов, С. Забунов, Г. Желев. Тренажор за обучение на поведенчески реакции по време на земетресение, Рег. № 113902/21.05.2024, Патентно ведомство на Република България.

10. Г. Мардиросян, Б. Рангелов, С. Забунов, Г. Желев. Тренажор за обучение на поведенчески реакции по време на земетресение, Рег. № 6227/21.05.2024, Патентно ведомство на Република България.

11. <https://pbzn.info/pravila-za-povedenie-i-deystvie-pri-zemetresenie/>

12. Mardirossian G., B. Ranguelov, S. Zabunov, D. Zafirov, N. Zagorski. Earthquake simulator for behavioural education of the population. 2024, Ecological engineering and environment protection, № 1, pp. 5–10, ISSN 1311-8668.

## За авторите



Бойко Рангелов е редовен професор в Геологопроучвателния факултет, катедра „Геофизика“ (от 2010 г.) на Минно-геоложкия университет (МГУ) „Св. Иван Рилски“ в София. Дипломира се в същия университет по геофизика, има втора магистърска степен по Приложна математика в Техническия университет – София. Защиства докторат по сеизмология в Геофизичния институт на БАН през 1986 г. Бил е ръководител на Секцията по сеизмология и зам.-директор на института (2002–2005). Две години е гост-професор (2003–2004) в JRC (Обединения научен център) на Европейската комисия в Испра (Италия). Гост-професор в Университета на Болоня, Италия (2007–2008). Публикувал е 20 книги и повече от 400 научни статии и доклади в различни издания по теми на основните му научни интереси: Геофизика; Природни опасности: Нелинейности: Поведение на човешки групи по време на екстремни ситуации; Приложна геофизика: Обработка на сигнали и анализ на данни, Антарктически изследвания; Космически изследвания: Екологични катастрофи: Превенция и защита – безопасност на населението, Системи за ранно предупреждение. Преподава курсове по геофизика, сеизмология, природни опасности, приложна математика и анализ и обработка на данни. Член на редакционната колегия на списанията „Аерокосмически изследвания в България“, „Research in Geophysics“ and „Earth sciences“ и на популярните списания – National Geographic (българското издание) и „Списание 8“. Проф. Рангелов е добре известен и на широката публика от стотиците си научно-популярни изяви в печатните и електронни медии.





Проф. Гаро Мардиросян работи в Институт по космически изследвания и технологии при Българска академия на науките. Инженер по слаби токове, д-р по физика и доктор на техническите науки. Основните му научни интереси са в областта на изучаване на природни бедствия и екологични катастрофи с дистанционни (аерокосмически) и наземни (контактни) методи и средства, космическо и наземно апаратустроене и безпилотни летателни апарати. Работи по почти всички големи космически проекти с българско участие. Автор е на над 150 научни публикации, повече от 50 научни доклада, над 50 иновации и 13 книги. Вписан в „Златната книга на българските изобретатели“, „Почетен изобретател“, „Будител 2016“, „Изобретател на годината 2023“, както и в няколко енциклопедии. Удостоен е с десетки грамоти, дипломи и златни медали от наши, международни и световни иновационни и научни форуми. Чете лекции в 3 университета и е бил ръководител на десетки дипломанти и докторанти. Главен редактор е на списанията „Aerospace Research in Bulgaria“ и „Иновативно“.

Юлия Георгиева Крумова е завършила специалност „География“ към Геолого-географски факултет на СУ „Св. Климент Охридски“, специалност „Геоморфология и картография“. Работи като главен асистент в Национален институт по геофизика, геодезия и география към БАН, в департамент „География“, секция „ГИС“, където е защитила докторска дисертация по специалност „Физическа география и ландшафтознание“. Участва в над 50 научни проекта, 17 от които са международни. Автор и съавтор е на над 60 научни публикации, част от екипите е на научни книги, научни и учебни атласи, сред които – Монография География на България, 2002 г. – редактор на картите, България – географски атлас, 2010 г. – автор на картографския дизайн, Атлас на зоните, изложени на риска от цунами по Северното Българско Черноморско крайбрежие – зона Балчик, 2010 г. – автор на графичния дизайн и др. Научните ѝ интереси са в областта на тематичното картографиране (природогеографско, на природния риск, на земно покритие и земеползване, на туристически ресурси и др.), на тематичния картографски дизайн с използването на ГИС, дистанционни методи и компютърни технологии за визуализация в картографията.



# Общественото здравеопазване и болниците на бъдещето

доц. д-р Роксандра Памукова-Майкълсън  
Медицински университет – София  
д-р Галин Каменов

Отдел по Епидемиология, Национален център по заразни и паразитни болести

**РЕЗЮМЕ:** Анализи в областта на общественото здравеопазване прогнозираят, че търсенето на медицински услуги ще се увеличи с над 50% в близките 5 до 7 години поради нарастващата застаряваща популация с хронични заболявания. Около половината от медицинските специалисти в различни региони на Европейския съюз ще бъдат на пенсионна възраст в рамките на период от 5 до 15 години. Френското здравеопазване е признато сред водещите места в Европа. Според Politico (2022) във Франция 30% от популацията живее в райони с нисък достъп до общопрактикуващи лекари (ОПЛ) и около 7 милиона души нямат личен лекар. Подобни тенденции се наблюдават в България. В София над половината ОПЛ ще бъдат на пенсионна възраст до 2026 г.

Иновативни решения, базирани на изкуствения интелект и роботизацията имат възможности да подпомогнат овладяването на бъдещата криза. Българските изобретатели могат да допринесат за създаването на атрактивни структурирани програми, използвайки стерео 3D симулации за персонално медицинско образование в училища и домовете, подпомагайки селф-мениджмънта на пациентите и общественото здравеопазване на бъдещето. Същевременно, болница Лозенец и други български лечебни заведения вече използват роботите в дейностите си.

**Ключови думи:** Медицински иновации, постиндустриална икономика, изкуствен интелект, роботи

## HEALTHCARE AND HOSPITALS OF THE FUTURE

Assoc. Prof. Roxandra Pamukoff-Michelson, PhD – Medical University - Sofia  
Dr. Galin Kamenov - Epidemiology Section, National Centre of Infectious and Parasitic Diseases

**ABSTRACT:** Demand for medical services is forecasted to increase by above 50% in 5 to 7 years due to aging population with chronic diseases. Around half of EU medical professionals in various areas are due to retire in 5 to 15 years. French Public health has been recognised among the best systems in Europe. According to Politico (2022) in France 30 percent of the country's population lives in a region with poor access to GPs and nearly 7 million people don't have a referring GP. Similar tendencies are observed in Bulgaria. In Sofia more than half of GPs will be in retirement age by 2026.

Innovative solutions based on AI and robots could help alleviate the problem. 3D health education programmes, developed by Bulgarian inventors could support self-management of patients, contributing to the public health of the future. Lozenetz hospital and other hospitals in Bulgaria already employ some robots.

**Key words:** Medical Innovations, Post-Industrial Economy, AI, Robots



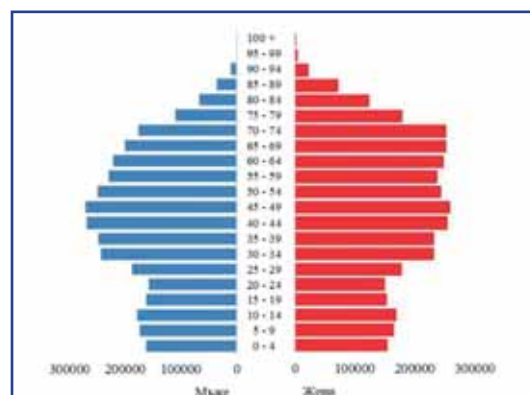
## ВЪВЕДЕНИЕ

Популациите в Европейския съюз и България застаряват с нарастващи темпове, видно възрастовите им структури (фиг. 1 и фиг. 2). Тези процеси ще имат сериозно отражение върху общественото здравеопазване. Застаряващото население е по-голям консуматор на здравни грижи и се очаква търсенето да нарасне с около 50% в 5 до 7 годишен период и да продължи да расте [16,19,20].



Фиг. 1. Населението в ЕС по възрастови групи и по пол (2001 и 2016 г). Населението в 2016 г. е с оцветената зона (Евростат)

В около 10-15 годишен период се прогнозира над половината от населението в Европейския съюз и България да е на пенсионна възраст (фиг. 1 и фиг. 2).



Фиг. 2. Населението в България по възрастови групи и по пол (31.12.2020) (НСИ)

## Рискове за общественото здравеопазване и медицината

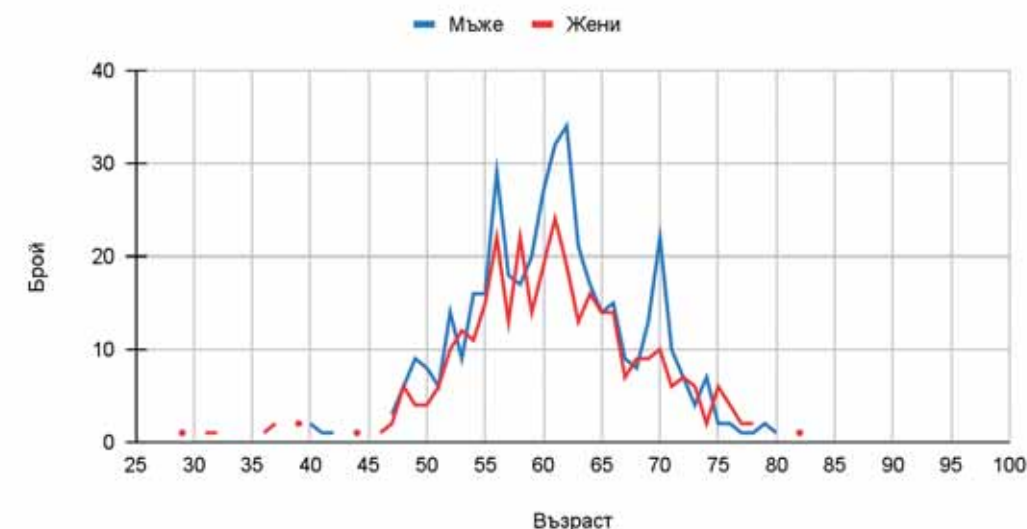
Общественото здравеопазване на нито една държава не може да устои на комбинацията от застаряващата популация и инвалидизиращите хронични незаразни заболявания (ХНЗ), силно зависими от вредните поведенчески фактори – неадекватна профилактика, непривикващо хранене, хроничен дистрес, тютюнопушене, злоупотреба с алкохол и опиати [3,4,7,15,19,20,26]. Влиятелният в международен план американски експерт - Алвин Тофлър, който е и редактор на Fortune, докладва, че наблюдаваме историческо ново явление и има сериозни рискове и индикации, че досега предложените реформи няма да успеят да се справят с предизвикателствата [26].

„Politico“ алармира през 2022 г. за началото на задълбочаваща се здравна криза в Европейския съюз. Като пример за тревожните процеси публикацията описва Франция, където общественото здравеопазване е на челните места на стария континент. В държавата 30% от населението живее в „медицински пустини“ с труден достъп до лекарска помощ, като около 7 милиона души нямат личен лекар [13].

Какви са данните в България? В столицата на държавата живеят около 1,3 милиона души в 762 хиляди жилища, по актуално публикуваните официални статистически анализи на НСИ (2022) [5]. Според Института по обща медицина в София работят 774 общопрактикуващи лекари (ОПЛ) или 1 лекар се грижи за 1 680 души. Проучването разкрива, че през 2021 г. 39,7% (307 специалисти) вече са се пенсионирали, а 0,39% са над 80-годишна възраст (фиг. 1). Кой ще лекува при следваща пандемия? [9].

Прогнозира се, че поради продължителния отлив на млади лекари през 2026 г. над половината ОПЛ ще са на пенсионна възраст [9]. В много селища и здравни заведения в България вече има липса на ключови кадри, като ОПЛ, кардиолози,

## Разпределение по възраст и пол



Фиг. 3. Разпределение на общопрактикуващите лекари по пол и по възраст в София (2021) (Институт по обща медицина)

инфекционисти, паразитозози, рентгенолози, акушерки, медицински сестри, санитарни и др.

Бързият темп на внедряване на иновативни технологии в ЕС и България, както и в глобален мащаб, дават сериоз-

но основание за надежди.

## Болниците на бъдещето: работи с AI

Навлизането на роботите с изкуствен интелект в болниците е факт.



Фиг. 4. Повдигащ робот за медицински грижи (Mesko)



Вече са внедрени робо-рехабилитатори, както и роботи, повдигащи пациентите при обгрижването им [21,22,23].

Интерес представлява публикацията „Роботизираните здравни грижи идват в болницата до Вас“ в изданието „Medical Xpress“, САЩ: „Ако живеете или се нуждаете от здравна помощ в голям град като Сан Франциско, Чикаго или Ню Йорк, може да срещнете медицински роботи в болниците... Най-важното е да бъдете сигурни, че получавате възможно най-висококачествено здравеопазване и се уверете, че разбирате всички рискове - роботизирани и други“ [23].

Концепцията за използването на теле-роботиката при опериране върху човешко тяло се заражда още през 70-те години в НАСА. Оригиналният проект е разработван с идеята да позволи оказването на медицинска помощ на астронавти по време на мисиите им в Космоса, докато лекарят е на Земята и управлява инструментите дистанционно [4].



Фиг. 5. Роботизирана хирургия (Wikimedia)

Болници в редица държави, в това число САЩ и България използват роботизирани хирургични системи. У нас е въведена като оперативен способ през 2008 г. с първата роботизирана система Da Vinci S, Intuitive Surgical, САЩ, в Плевен от акад. д-р Григор Горчев и неговия екип в УМБАЛ „Св. Марина“. Завеждащият на Клиниката по хирургия в УМБАЛ „Каспела“ проф. д-р Росен Димов докладва: „Роботът няма да ви направи по-добри хирургии. Той е инструмент, който подобрява движенията, позицията и осъществява оперативната интервенция с по-голямо ниво на сигурност, възстановяването е по-бързо и пациентите скоро могат да се върнат към обичайния си начин на живот, а болничният престой – по-кратък“ [4]. Човекът ще продължава да има водеща роля в болниците на близкото ни бъдеще.

В България в УМБАЛ „Лозенец“ шест робота пренасят лекарства, консумативи, храна, пране и други материали в иновативна транспортна система (фиг. 6). В стопанския блок са изградени работни станции за изпращане на транспортите като всяка от тях е оборудвана с монитор с графичен тъч скрийн дисплей. Служителят поставя съответния контейнер на станцията и указва до коя клиника или отделение да бъде доставен и роботът транспортира контейнера до зададената дестинация. В отделните клиники и отделения са изградени приемни и изпращащи станции. След получаване и обслужване на контейнера, той се поставя на станцията за обратно връщане. Роботът автоматично разпознава дестинацията в стопанския блок, където е изградено специално зарядно помещение за роботизираните колички. Специализиран софтуер управлява роботизираната транспортна система [12].

Роботизираният транспорт с изкуствен интелект гарантира бързо транспортиране на необходимите консумативи и материали в затворени чисти контейнери при спазване на хигиенните изисквания и непресичане на мръсни и чисти



Фиг. 6. Транспортиращ робот (УМБАЛ „Лозенец“)

потоци. Автоматизираната система поема част от дейността на санитарите, което води до икономии на човешки и финансов ресурс [12].

В здравни заведения в Белгия, Япония, САЩ и други държави робо-рецепционисти и асистенти от вида Pepper посрещат и любезно насочват пациентите към кабинета на лекувания им лекар [21,22]. Те се проучват и от български медицински центрове и болници.

С увеличаването на резистентните на антибиотици бактерии и огнищата на вирусни заболявания, като SARS и Ebola, много медицински заведения, в това число и в България, започват да използват роботи за почистване и дезинфекция на повърхности в инфекциозни отделения и лаборатории [21,22].

### Здравеопазване в дома на бъдещето

„Здравеопазване в дома, а не в болницата“ е друга иновативна тенденция в отговор на предизвикателствата на съвременното здравеопазване. Според Агенцията за контрол на храните и лекарствата в САЩ (FDA) системите за домашна

здравни грижа вече са „най-бързо развиващият се сегмент от индустрията на медицински изделия и оборудване в САЩ. „Представете си домашно CAT сканиране, както и терапевтични процедури в единението на Вашия собствен уютен дом“, пише „The New York Times Magazine“ [26].

Япония е държавата с най-застаряващото население и най-много столетници в света - 92,139 души (2023) [25]. Домашни роботи подпомагат грижата за възрастни хора и са техни компаньони през деня, подсещайки ги да приемат лекарствата си [21].

В България редица домакинства също се снабдиха със здравно оборудване, особено след възникването на кризата с COVID-19. Почистващите и дезинфекциращи роботи също масово навлязат в домовете ни.

### Болниците и здравеопазването на бъдещето: рискове, проблеми и насоки за развитие

Новите технологии не са без рискове и проблеми, естествено. Те ще трябва да се преодоляват от инженерите на бъдещето.

Регистрирани са инциденти, където

при съприкосновение на хуманоидни роботи с ръце и хора, особено възрастни пациенти, възниква объркване и наранявания [8,21,22,23]. Изкуствен интелект и роботи често се тренират да прилагат терапевтични процедури самостоятелно от програмисти без медицинско образование с цел оптимизация на ресурси и разходи. Това е рисково за живота и здравето на пациентите.

Агенцията за контрол на храните и лекарствата в САЩ (FDA) проучва съобщения за неуспехи и неизправности в роботизираната хирургия. Едно изследване установи, че около 3% от операциите са имали някакъв проблем. От тях 21% са свързани с различни аварии при роботите [8,23].

В редица държави, например в САЩ в Агенцията за контрол на храните и лекарствата (FDA), се изискват клинични изпитвания на роботите, ангажирани в здравеопазването като робо-хирургичните системи [8,23].

### **Болниците и здравеопазването на бъдещето: предимства и възможности**

Иновативни иридографи са изобретени в България от ИКИТ в БАН и са успешно използвани за дистанционното проследяване на здравето състояние на космонавтите. Технологиите може да допринесе за по-бързо, цялостно и икономически изгодно диагностициране чрез навременното откриване на болестите по ириса на окото. Иридографите идентифицират генетични предразположения към заболявания, допринасяйки за индивидуализирана медицина и ранна профилактика.

Възлагат се сериозни надежди, че изкуственият интелект може да поставя диагнози на пациенти.

Внедряването на AI роботи, пренасящи пациенти, транспортиращи материали и дезинфектиращи повърхности предпазва здравните работници от инва-

лидизиращи трудови травми и инфекциозни болести. Същевременно, допринася за облекчаване на някои от кадровите проблеми в болниците.

Използването на възможностите на изкуствения интелект може да облекчи нарастващата бюрократична тежест върху медицинските специалисти, в това число общопрактикуващите лекари. По този начин ще имаме по-мотивирани medici с освободено време и капацитет за лечение на нарастващия брой пациенти.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Следвайки тенденциите очакваме, че българските болници и домове на бъдещето ще внедрят различни типове роботизирани медицински асистенти и медицинско оборудване, подпомагащи здравеопазването и грижата за семействата.

Медицинските изобретения ще допринесат за решаването на сериозни кадрови и хуманитарни проблеми в системите на здравеопазване на бъдещето. Професионално обучени от лекари достъпни робо-специалисти с изкуствен интелект – рехабилитатори, асистенти и други ще допринесат за качествена своевременна терапия и профилактика.

За да има адекватно „Здравеопазване в дома, а не в болницата“ и да се избегне потенциалната хуманитарна криза на XXI в. поради сериозния недостиг на медицински кадри, следва още да се подобри незадоволителната здравна грамотност на населението и подрастващите. Лекарите и здравни мениджъри алармират от години за този фундаментален проблем. Различни изследвания в Европа и България сочат, че около половината от проучваните лица демонстрират ниска здравна грамотност и култура. Парадоксално, често тя е съпроводена с необоснована висока самооценка на знанията, особено сред по-младите популации [1,2,10,11,24]. Българските изобретатели могат да подпомогнат в екипи създаването на атрактивни структурирани интерактивни про-

грами за персонална медицинска образованост в училищата и дома, включително използвайки стерео 3D симулации. Наши учени от БАН имат дългогодишен опит в създаването на модели в обучението във виртуална реалност с международно признание [28,29,30].

Към момента се говори основно за 3D програми в университетска среда, но е целесъобразно те да се адаптират за по-широки кръгове от населението за целите на общественото здравеопазване. По-широкия кръг от потребители ще разшири пазара и ще допринесе за по-достъпни цени на новите технологии при стабилни приходи за изобретателите ни, както и ще създаде ползи за селф-ме-

ниджмънта на българските пациенти.

Следва да се отбележи, че роботизацията и автоматизацията няма да решат с магическа пръчка всички проблеми на медицината. Дълъг живот, прекаран в болести, на легло, обграден със сложно технологично оборудване може да бъде мъчителен. Важно е не само колко години ще живеем, а да се радваме на добро здраве през тях, избягвайки инвалидизащи заболявания. За да се постигне този идеал, следва да се обърне сериозно внимание на здравната грамотност и превантивната медицина без да се губи връзката с природосъобразния начин на живот и екологията в здравеопазването на бъдещето.

### **БИБЛИОГРАФИЯ**

1. Воденичаров, Ц., В. Борисов. Феноменът обществено здраве в променяния се свят. София, Горекс прес 2017.
2. Воденичарова, А. Лидерство и мениджмънт в здравеопазването. София, Централна медицинска библиотека, МУ-София, 2020.
3. Европейска комисия Здравна стратегия на ЕС. [http://ec.europa.eu/health/strategy/policy/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/health/strategy/policy/index_en.htm) (Достъп: 16.08.2024).
4. Медицински университет – Пловдив. Роботът не прави хирурга по-добър. 30 апр. 2024. <https://mu-plovdiv.bg/robotat-ne-pravi-hirurg-po-dobar/> (Достъп: 27.10.2024)
5. Национален статистически институт. Област София <https://www.nsi.bg/bg/content/11432/> (Достъп: 05.06.2024).
6. Национален статистически институт. Европейско здравно интервю. <https://www.nsi.bg/bg/content/> (Достъп: 05.06.2024).
7. Национален статистически институт. Население по възрастови групи. <https://www.nsi.bg/bg/content/11488/> (Достъп: 05.06.2024).
8. Памукова – Майкълсън Р., М. Визева. Третата вълна и тенденции за бъдещето на общественото здраве. Здравна политика и мениджмънт, бр. 2, том 19, 2019, София, с. 270—274.
9. Радуилов, Б. И. Поляков. Анализ на възрастовата структура на ОПЛ в София-град и прогноза за предстоящите 15 години. Институт по обща медицина, 14.07.21. <https://igmbg.org/15-godini-prognoza-opl-sofia/> (Достъп: 05.06.2024)
10. Славчев С., Риск мениджмънт и безопасност на пациента. Медицински меридиани, 2021/1, с. 83.
11. Славчев С., Здравната грамотност като приоритет на превантивната медицина, Обща медицина 2021/1, с. 69-75.
12. УМБАЛ „Лозенец“. Роботизирана транспортна система. <https://www.lozenetz-hospital.bg/bg/za-bolnicata/avtomatizirana-transportna-sistema> (Достъп: 24/10/24).
13. Bencharif, S. Too far, too old, too few: Europe is running out of doctors. Politico, 21.11.2022. <https://www.politico.eu/article/france-doctors-europe-too-far-too-old-too-few/> (Accessed: 10.05.2024)
14. Cylus, J., How does the Covid-19 economic crisis affect health financing and what are the implications for future health budgets? WHO Europe. 24.02.2021 <https://analysis.covid19healthsystem.org/index.php/2021/02/24/how-does-the-covid-19-economic-crisis-affect-health-financing-and-what-are-the-implications-for-future-health-budgets/> (Accessed: 10.05.2024)
15. Economist Intelligence Unit. The Future of Healthcare in Europe. Economist, 2011.
16. Eurostat. Healthcare expenditure statistics. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Healthcare\\_expenditure\\_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Healthcare_expenditure_statistics) (Accessed: 10.05.2024).



17. Eurostat. Government finance statistics: net financial worth. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20210722-1> (Accessed: 12.05.2024).
18. Eurostat. Structure and aging of population, [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Population\\_structure\\_and\\_ageing/bg&oldid=365012](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Population_structure_and_ageing/bg&oldid=365012) (Accessed: 27.10.2024)
19. Eurostat. More than a fifth of the EU population are aged 65 or over. 16/03/2021. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20210316-1> (Accessed: 25/08/2021).
20. Eurostat. Demography of Europe – 2023 edition <https://ec.europa.eu/eurostat/web/interactive-publications/demography-2023> (Accessed: 10.05.2024).
21. Falcone, S. 6 Nurse AI Robots That Are Changing. Healthcare in 2024. Nurse, 21.03.2024 <https://nurse.org/articles/nurse-robots/> (Accessed: 10.05.2024).
22. Mesko, B. 8 Ways Medical Robots Can Enhance Healthcare. Medical Futurist. <https://medicalfuturist.com/8-exciting-medical-robot-facts/> (Accessed: 10.05.2024).
23. Milner, M. Robotic health care is coming to a hospital near you, Medical Xpress 07.05.2019 <https://medicalxpress.com/news/2019-05-robotic-health-hospital.html> (Accessed: 10.05.2024).
24. Slavchev S., The increasing role of health literacy in preventive medicine. Medikus-International medical scientific journal 2021/1, p. 54-61.
25. Statista. Number of people aged 100 years and older in Japan from 2004 to 2023, by gender. <https://www.statista.com/statistics/1172781/japan-number-centenarians-by-gender/> (Accessed: 05.05.2024)
26. Toffler A., H. Toffler. Revolutionary Wealth, Alfred A. Knoff, New York, 2006 p. 160-167.
27. WHO. New report from WHO on health spending calls on governments not to repeat past mistakes when rebuilding from COVID-19. 22.04.2021 <https://www.euro.who.int/en/health-topics/Health-systems/health-systems-financing/news/news/2021/4/new-report-from-who-on-health-spending-calls-on-governments-not-to-repeat-past-mistakes-when-rebuilding-from-covid-19> (Accessed: 10.05.2024).
28. Zabunov, S. "Stereo 3-D Vision in Teaching Physics", Phys. Teach., Vol. 50, Issue 3, (Mar.), 2012, pp. 163.
29. Zabunov, S., K. Velichkova. Teaching physics using virtual laboratory exercises in the environment of an adaptive e-learning system. Chemistry, 18, 4, 2009, pp. 299-313.
30. Zabunov, S. Rigid body motion in stereo 3D simulation. European Journal of Physics, 31 (6), 2010 pp. 1345 – 1352.

## За авторите



Доц. д-р Роксандра Памукова – Майкълсън: Член на УС на СИБ и на ФНТС. Преподава във Факултета по Обществено здраве „Проф. д-р Цекомир Воденичаров, дмн“ в Медицински университет – София. С многогодишен мениджърски и консултантски опит в управленските структури на водещи глобални организации като Microsoft, British Petroleum, Citibank, UK Government Department of Business, Innovations & Skills и др.

Д-р Галин Каменов: Завеждащ отдел „Епидемиология“ в Национален център по заразни и паразитни болести. С многогодишен управленски опит в Министерството на здравеопазването и в системата на РЗИ. Водещ международен експерт по проблемите на съвременните епидемиологични заплахи.



# Прилагане на различни схеми на коситба и торене върху продуктивността при суданка

Ас. д-р Велимир Дончев, доц. д-р Станимир Енчев  
Селскостопанска академия, Земеделски институт, Шумен

В съвременните технологии за отглеждане на земеделски култури листното и почвено подхранване на растенията се прилага с цел повишаване на устойчивостта им към болести, неблагоприятни климатични условия, ускоряване рас-

тежа и развитието, както и за увеличаване добива и качеството на продукцията. В световен план се работи усилено за изучаване ефективността на почвеното и листно торене, търсят се нови форми и начини за внасяне на торовете. Това





налага провеждането на полски опити, които да хвърлят светлина върху излизашите на пазара продукти, както и комбинацията им с традиционните торове, използвани в земеделието.

Многобройни проучвания доказват съществената роля на агрохимични агенти за регулиране на цикъла на хранителни вещества в агроecosистемите, поддържане на почвеното плодородие, увеличаване на адаптивния потенциал на растенията към неконтролирани фактори на околната среда и промяна на биологичната активност и структурата на почвената микробиота, както и при решаване на други важни агротехнически и екологични проблеми.

Зачестилите през последните години засушавания налагат търсенето на нови култури в световното растениевъдно производство. Суданката е фуражна култура, която понася и има висока способност да произвежда повече добив на биомаса при липса на влага. Тя се отличава с толерантност към суша и топлина, потенциал за висок добив, отлична ефективност при използване на водата, по-малка чувствителност към болести и висока реакция към азотно торене. Производителността и е по-висока в сравнение с други едногодишни фуражни растения, включително царевицата, тъй като реагира много добре на торене в следствие на способността на кореновата ѝ система да усвоява трудно разтворими хранителни вещества, а това от своя страна повишава фотосинтетичната ефективност. Тя има изключителен потенциал за добив, защото освен отличната пластичност и  $C_4$  тип фотосинтеза дава възможност за получаване на 2-3 реколтирания за сезон. Сроковете на косене и фазите на развитие, в които се извършва, влияят върху прекия добив, а също и върху общата продуктивност на зелена маса и сухо вещество за сезон.

Правилният растеж и развитие на рас-

тенията, не може да бъде постигнат, ако азотът липсва сред доставените хранителни вещества, тъй като той има жизненоважна роля във физиологичните и метаболитни функции на растението. Около 78% от атмосферата се състои от азот, но той не се приема директно, тъй като е в инертна форма ( $N^2$ ). Азотът е съставна част от метаболитната система, която е свързана със синтеза на протеини. За повишаване на продуктивността на културите, прилагането на азотни торове е задължително и не може да бъде избегнато. В сравнение с царевицата, суданката има много по-голяма устойчивост на дефицит на азот и вода, както и топлинен стрес, което позволява отглеждането ѝ с по-малко суровини и върху маргинална земя.

Проучването е извършено през периода 2021-2023 г. в опитните полета на Земеделски институт – Шумен. Почвата е средно мощен пясъчливо глинест карбонатен чернозем със съдържание на хумус 35%, N - 40 mg/kg,  $P_2O_5$  - 4,7 mg/100 g,  $K_2O$  - 34 mg/100 g, B - 1,2 mg/100 kg, Mn - 45 mg./kg., Zn - 01 mg/kg, Mo - 0,1 mg/kg.

Опитът е заложен по блоковия метод в четири повторения с големина на опитната парцелка от 25 m<sup>2</sup>. Сеитбата е извършена с опитна сеялка, с висока посевна норма от 500 000 семена/ха. Предшественикът е пшеница, като стърнището е подметнато с дискови брани. Всяка есен е извършвана дълбока оран на дълбочина 28 cm.

Сеитбата през трите години на изпитване е извършена в периода 22 - 25 април. Това е срока, при който има трайно затопляне на почвата над 12°C за региона. Дълбочината на засяване е 2-3 cm с последващо валиране с леки валеци. Поникването протича за 10-12 дни След поникване е извършено третиране с хербицид за унищожаване на плевелите. Всяка от коситбите е извършвана сутрин при минимална загуба на тургор на растенията.

Изследванията проведохме със сорт Ендже – 1. Прилагането на торовете е извършено еднократно във фаза трети - пети лист.

Изпитвани са следните варианти:

Вариант 1: Коситба преди фаза изметляване. Проведени са три реколтирания. Първото е в периода първи - седми юли, второто между двадесети и двадесет и пети август и третото - в началото на м. октомври.

Вариант 2: При този вариант са направени две коситби, като първата е в периода 1 -10 юли, а втората е в началото на Октомври.

Вариант 3: Вариантът е с две реколтирания, като първото реколтиране е във фаза цъфтеж, извършено в периода 1 - 10 август, а второто - във фаза изметляване в началото на м. октомври.

Вариант 4: Направени са две реколтирания. Първото - във фаза восъчна зрелост, през последната десетдневка на м. Август. Този вариант е показателен за

продуктивността на суданката за силажиране. Второто косене е извършено в началото на м. Октомври.

Вариант 5: Еднократна коситба в пълна зрялост. Този вариант дава реална представа за добивния потенциална сухо вещество от суданката през изследваните години.

На растенията, реколтирани при съответните коситби и варианти с торене са измерени относителното тегло на зелената маса и сухото вещество, определено чрез сушене при температура 70°C за 24 часа в две повторения от смесена проба.

Използвани са следните торове и биостимулатори:

1. Fertileader Rame. Биостимулатор, който подобрява устойчивостта на растенията към стрес и стимулира метаболизма. Съдържа 11,9% Si.и патентован комплекс активни вещества. Използван във доза 500 ml/da, приложен с воден разтвор с щангова пръскачка с 20 l/da.





2. Astelis 1 е биостимулатор от подбрани микроводорасли, което стимулира растежа и развитието на културата и директно влияе върху елементите на добива, Cu 0.1%, Mn 1%, Zn, 1% SiO<sub>2</sub> 2%. Използва се във доза 300 ml/da, приложен с воден разтвор с щангова пръскачка с 20 l/da.

3. NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> съдържа амониеви и нитратни йони в равно количество. Общият азот е 34%. Използван в количество 30 kg/da. Разхвърлян равномерно с торачка. Осигурява 10 kg активен азот на da.

Изследвани са различните схеми на коситба и влиянието на използваните торове върху продуктивността на зелена и

**Таблица 1. Валежи и температури през периода Април – Ноември за района на Земеделски институт- Шумен, 2021 – 2023 г.**

| Година            | Месец | Валеж mm    |       |      |       |       | Температура |      |      |        |
|-------------------|-------|-------------|-------|------|-------|-------|-------------|------|------|--------|
|                   |       | десетдневка |       |      | Сума  | норма | десетдневка |      |      | Средно |
|                   |       | I           | II    | III  |       |       | I           | II   | III  |        |
| 2021              | IV    | 51.6        | 8.0   | 1.2  | 60.8  | 41.0  | 7.6         | 9.3  | 13.2 | 10.0   |
|                   | V     | 0.0         | 18.5  | 15.8 | 34.3  | 64.0  | 17.3        | 16.6 | 18.1 | 17.4   |
|                   | VI    | 16.7        | 136.4 | 11.7 | 164.8 | 41.0  | 17.6        | 17.7 | 25.3 | 20.2   |
|                   | VII   | 16.5        | 3.4   | 1.2  | 21.1  | 64.0  | 18.9        | 22.5 | 26.7 | 23.4   |
|                   | VIII  | 0.0         | 0.0   | 6.7  | 6.7   | 42.0  | 24.6        | 25.4 | 22.5 | 24.1   |
|                   | IX    | 0.0         | 1.7   | 1.4  | 3.1   | 53.0  | 18.5        | 21.0 | 15.3 | 18.3   |
| Всичко за периода |       | 290.8       |       |      |       |       | 305.0       |      |      |        |

| Година          | Месец | Валеж mm    |      |      |       |       | Температура |      |      |        |
|-----------------|-------|-------------|------|------|-------|-------|-------------|------|------|--------|
|                 |       | десетдневка |      |      | Сума  | норма | десетдневка |      |      | Средно |
|                 |       | I           | II   | III  |       |       | I           | II   | III  |        |
| 2022            | IV    | 26.8        | 28.4 | 2.7  | 57.9  | 41.0  | 11.9        | 8.3  | 15.2 | 11.8   |
|                 | V     | 4.8         | 27.7 | 1.4  | 33.9  | 64.0  | 13.4        | 18.6 | 20.9 | 17.7   |
|                 | VI    | 52.7        | 73.3 | 1.2  | 127.2 | 41.0  | 21.2        | 20.2 | 22.6 | 21.3   |
|                 | VII   | 0.6         | 0.0  | 3.7  | 4.3   | 64.0  | 23.5        | 22.9 | 26.1 | 24.2   |
|                 | VIII  | 0.0         | 27.6 | 3.0  | 30.6  | 42.0  | 25.1        | 24.4 | 24.8 | 24.8   |
|                 | IX    | 28.9        | 9.6  | 16.7 | 55.2  | 53.0  | 20.0        | 19.0 | 16.2 | 18.4   |
| Сума за периода |       | 309.1       |      |      |       |       | 305.0       |      |      |        |

| Година          | Месец | Валеж mm    |      |      |      |       | Температура |      |      |        |
|-----------------|-------|-------------|------|------|------|-------|-------------|------|------|--------|
|                 |       | десетдневка |      |      | Сума | норма | десетдневка |      |      | Средно |
|                 |       | I           | II   | III  |      |       | I           | II   | III  |        |
| 2023            | IV    | 13.0        | 45.3 | 27.2 | 85.5 | 41.0  | 8.5         | 11.2 | 11.8 | 10.5   |
|                 | V     | 13.3        | 11.4 | 44.7 | 69.4 | 64.0  | 13.8        | 15.0 | 17.9 | 15.6   |
|                 | VI    | 6.9         | 17.6 | 1.9  | 26.4 | 41.0  | 19.9        | 20.4 | 23.2 | 21.2   |
|                 | VII   | 34.6        | 3.1  | 0.0  | 37.7 | 64.0  | 23.8        | 27.5 | 25.3 | 25.5   |
|                 | VIII  | 0.0         | 6.7  | 0.6  | 7.3  | 42.0  | 24.0        | 24.9 | 20.8 | 23.1   |
|                 | IX    | 0.9         | 47.8 | 0.0  | 48.7 | 53.0  | 22.0        | 20.4 | 21.3 | 21.2   |
| Сума за периода |       | 275.0       |      |      |      |       | 305.0       |      |      |        |

средно за 50 годишен период

**Таблица 2. Продуктивност на суданката при три реколтирания във фаза изметляване, 2021 – 2023 г.**

| Вариант                                           | Продуктивност                 |        |                               |        |                             |        |               |        |
|---------------------------------------------------|-------------------------------|--------|-------------------------------|--------|-----------------------------|--------|---------------|--------|
|                                                   | Първо косене фаза изметляване |        | Второ косене фаза изметляване |        | Трето косене фаза вretenene |        | Сухо вещество |        |
|                                                   | зелена маса t/ha              | отн. % | зелена маса t/ha              | отн. % | зелена маса t/ha            | отн. % | t/ha          | отн. % |
| Контрола                                          | 37.73                         | 100    | 26.03                         | 100    | 8.01                        | 100    | 18.9          | 100    |
| Fertilider Rame                                   | 39.73                         | 105.3  | 26.73                         | 102.7  | 7.72                        | 96.2   | 18.44         | 97.5   |
| Fertilider Rame + NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> | 41.01                         | 108.7  | 30.9                          | 118.7  | 8.8                         | 110    | 20.88         | 110.6  |
| NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>                   | 41.63                         | 110.3  | 29.2                          | 112.2  | 9.53                        | 119.2  | 20.51         | 108.5  |
| Astelis 1 + NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>       | 41.03                         | 108.2  | 28.7                          | 110.2  | 9.3                         | 116.3  | 21.18         | 112.5  |
| Astelis 1                                         | 40.03                         | 107.2  | 26.93                         | 106.2  | 8.03                        | 102.5  | 18.47         | 97.7   |

суха маса. Установена е динамиката в натрупването на сухото вещество във вегетативната маса при различните варианти на реколтиране, независимо от обработките с листни и почвени торове.

⇒ Агрометеорологичните условия през трите години на изследване се характеризират като сравнително благоприятни за отглеждане на суданка за добив на зелена маса - таблица 1. През 2021-ва имаме нормални валежи през април, май и юни, които доведоха до нормално поникване и развитие на посева, след началото на м. Юли настъпи трайно засушаване, което продължи до края на вегетационния период. Подобна беше ситуацията и през 2022 г. До средата на м. Юни преобладаваше хладно и дъждовно време. Посевите се развиваха нормално. През юли и август преобладаваше сухо и горещо време, почти без валежи, но сухоустойчивостта на суданката и помогна да се справи в тази екстремна ситуация. 2023 г. не прави изключение. След относително влажните месеци Април, Май и Юни в

средата на юли настъпи засушаване, което продължи до края на вегетацията с температури около и над нормата. Падналите валежи в средата на септември не оказаха съществено влияние върху развитието на посевите.

Температурните разлики между трите години са несъществени, като температурната сума е 3250 °C., което е близко до нормата, като малко по-ниска е за 2021 г. Валежите, макар и неравномерно разпределени, са около и под нормата, но в първите месеци на вегетацията са достатъчни за нормално поникване и гарниране на посева, както и за натрупване на вегетативна маса. От средата на месеците Юли, Август и Септември и в трите години се наблюдава силно засушаване, но то не компрометира реколтата, а подчертава в голяма степен сухоустойчивостта на суданката.

Показателно при този тип реколтиране е увеличаването на добива свежа маса при прилагането на комбинацията от листни и почвени торове. При първата коситба има увеличение на зелената

Таблица 3. Продуктивност суданката при реколтиране във фаза изметляване и цъфтеж, 2021-2023 г.

| Вариант                                           | Продуктивност                 |        |                          |        |               |        |
|---------------------------------------------------|-------------------------------|--------|--------------------------|--------|---------------|--------|
|                                                   | Първо косене фаза изметляване |        | Второ косене фаза цъфтеж |        | Сухо вещество |        |
|                                                   | зелена маса t/ha              | отн. % | зелена маса t/ha         | отн. % | t/ha          | отн. % |
| Контрола                                          | 37.733                        | 100    | 41.1                     | 100.0  | 22.33         | 100.0  |
| Fertilider Rame                                   | 39.733                        | 105.3  | 43.73                    | 106.4  | 21.33         | 95.5   |
| Fertilider Rame + NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> | 41.01                         | 108.7  | 45.51                    | 110.7  | 24.53         | 109.9  |
| NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>                   | 41.63                         | 110.3  | 43.63                    | 106.2  | 25.03         | 112.1  |
| Astelis 1 + NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>       | 41.03                         | 108.2  | 42.02                    | 102.3  | 23.8          | 106.6  |
| Astelis 1                                         | 40.03                         | 107.2  | 37.4                     | 98.4   | 22.77         | 101.9  |

маса спрямо контролата с 8-10%, като в стойности добивът достига до 41.63 t/ha за варианта с прилагането на амони-ев нитрат, а при втората коситба е отчетено превишение спрямо нетретирания вариант с 10-18 %, като добива на зелена маса достига до 30.9 t/ha при комбинацията Fertilider Rame + NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>. При третата коситба във фаза вретенене добивът достига 9.53 t/ha или повече от 19% превишение спрямо контролата. При добива на суха маса също има увеличение - с 10%. Можем да отличим варианта с комплекса от торове Astelis 1 + NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, чието прилагане води до общ добив суха маса от 21.18 t/ha.

Данните за продуктивността на суданката, реколтирана във фаза изметляване и цъфтеж за 2021-2023 г. налагат извода, че общият добив на зелена и суха маса

е най-голям при съвместно използване на почвен азотен тор и листни торове. Доказаност на разликата има при първата коситба при използване на амони-ев нитрат. При втората коситба комбинацията от амони-ев нитрат и листни торове има благоприятен ефект за увеличението на добива при почти всички изпитани варианти, с изключение на Astelis 1, където не се наблюдава положителен ефект. При комбинацията Fertilider Rame + N е достигнат най-висок добив - до 45.51 t/ha зелена маса от хектар. Най-добре изразено е нарастването на добива на сухо вещество при третирания с амони-ев нитрат.

Данните от първата коситба не са с достоверни разлики, но при втората коситба има достоверна разлика в добива - до 4,2 t/ha или 28 % превишение над контролния вариант. При добива на

Таблица 4. Продуктивност на суданката при реколтиране във фаза цъфтеж и изметляване, 2021 – 2023 г.

| Вариант                                           | Продуктивност            |        |                               |        |               |        |
|---------------------------------------------------|--------------------------|--------|-------------------------------|--------|---------------|--------|
|                                                   | Първо косене фаза цъфтеж |        | Второ косене фаза изметляване |        | Сухо вещество |        |
|                                                   | зелена маса t/ha         | отн. % | зелена маса t/ha              | отн. % | t/ha          | отн. % |
| Контрола                                          | 54.5                     | 100.0  | 14.63                         | 100.0  | 23.2          | 100.0  |
| Fertilider Rame                                   | 54.2                     | 99.5   | 17.2                          | 117.5  | 24.8          | 107.1  |
| Fertilider Rame + NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> | 53.70                    | 98.6   | 18.8                          | 128.5  | 24.9          | 107.5  |
| NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>                   | 55.9                     | 102.6  | 17.0                          | 116.2  | 23.9          | 103    |
| Astelis 1 + NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>       | 54.3                     | 99.6   | 17.2                          | 117.5  | 24.0          | 103.9  |
| Astelis 1                                         | 59.0                     | 108.3  | 15.9                          | 108.7  | 24.1          | 104.2  |

сухо вещество, вариантите с комбинация Fertilider Rame и Fertilider Rame + NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> превишават контролата. Това се обясня-

ва с високото съдържание на мед, който се съдържа в препарата, водещо до фун-гициден ефект срещу заболявания, като

Таблица 5. Продуктивност на суданка при рекотиране във фаза восьчна зрялост и изметляване, 2021 – 2023 г.

| Вариант                                           | Продуктивност                |        |                               |              |               |        |
|---------------------------------------------------|------------------------------|--------|-------------------------------|--------------|---------------|--------|
|                                                   | Първо косене восьчна зрялост |        | Второ косене фаза изметляване |              | Сухо вещество |        |
|                                                   | зелена маса t/aa             | отн. % | зелена маса t/ha              | отн. %       | t/ha          | отн. % |
| Контрола                                          | 46.2                         | 100.0  | 6.3                           | 100.0        | 24.9          | 100.0  |
| Fertilider Rame                                   | 48.4                         | 99.5   | 6.7                           | ***<br>106.9 | 24.5          | 98.4   |
| Fertilider Rame + NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> | 48.8                         | 98.6   | 7.2                           | ***<br>114.4 | 25.1          | 100.8  |
| NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>                   | 48.0                         | 102.6  | 7.2                           | ***<br>114.9 | 24.8          | 99.6   |
| Astelis 1 + NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>       | 48.4                         | 99.6   | 7.1                           | ***<br>112.8 | 24.7          | 99.5   |
| Astelis 1                                         | 47.1                         | 108.3  | 6.7                           | **<br>106.9  | 24.0          | 96.6   |



алтернария, ръжда, и др., които са често срещани при суданката.

По- висок добив на сухо вещество е отчетен при вариантите с Fertilider Rame +  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  и Astelis 1, съответно 24.8 t/ha и 24.1 t/ha, най-вече заради оказаният положителен ефект от органичното торене върху продуктивността на суданката.

Данните за добива, получен във фаза восьчна зрялост и при II коситба във фаза изметляване са с важно практическото значение за производството на силаж от суданка. При първата коситба не е регистрирана достоверна разлика в добива на зелена маса. Все пак можем да отличим прилагането на Astelis 1, което води до увеличение на зелената маса с 8.3% спрямо контролния вариант. При втората коситба във фаза изметляване има доказана разлика в добива (12-14 %) от комбинацията на азотен тор с листни такива. От четирите варианта с две или три коситби доказана разлика в добива има най-вече при вторите коситби. Това може да се обясни с факта, че в начална фаза на развитие на суданката общата запасеност на почвата от

предшественика, осигурява нормален хранителен фон и добра обезпеченост с влага. При вторите коситби хранителните вещества в почвата се изчерпват и влиянието на торенето е по- силно.

Въпреки неблагоприятните условия, общата продуктивност на зелена маса при пълна зрялост(таблица 6) е значителна – 35.6 t/ha – 36.4 t/ha, при 34,3 t/ha за контролния вариант. Има доказана разлика в добива на зелена маса при всички варианти с листни и почвени торове, както и в добивана суха маса от тях. Наблюденията през трите години на изпитване сочат, че в тази фаза семената са напълно сухи, а стъблата и листата - с много намалено водно съдържание. Това обяснява високото съдържание на сухо вещество, което за трите години на изпитване е в диапазона от 27.6 t/ha при вариант с използване на Astelis, до 31/1 t/ha суха маса при вариант с използване на Fertilider Rame +  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ .

При проведените опити беше установен и добива на сухо вещество във вегетативната маса при различните варианти на реколтиране, независимо от

Таблица 6. Продуктивност на суданката при едно реколтиране във фаза пълна зрялост, 2021-2023 г.

| вариант                                    | Продуктивност                     |        |              |        |
|--------------------------------------------|-----------------------------------|--------|--------------|--------|
|                                            | Еднократно косене в пълна зрялост |        | Схо вещество |        |
|                                            | зелена маса t/ha                  | отн. % | t/ha         | отн. % |
| Контрола                                   | 34.3                              | 100. 0 | 26.1         | 100.0  |
| Fertilider                                 | 35.6                              | 103.5  | 30.1         | 115.2  |
| Fertilider Rame + $\text{NH}_4\text{NO}_3$ | 36.4                              | 106.0  | 31.1         | 119.2  |
| $\text{NH}_4\text{NO}_3$                   | 36.4                              | 106.0  | 28.8         | 110.3  |
| Astelis 1 + $\text{NH}_4\text{NO}_3$       | 36.1                              | 105.2  | 28.2         | 108    |
| Astelis 1                                  | 35.7                              | 104.1  | 27.6         | 105.7  |

Таблица 7. Продуктивност на суха маса от суданка при различни схеми на коситба, 2021-2023 г.

| Вариант                                            | Сухо вещество |        |
|----------------------------------------------------|---------------|--------|
|                                                    | t/ha          | отн. % |
| три реколтирания във фаза изметляване              | 19.7          | 100.0  |
| две реколтирания: фаза цъфтеж, фаза изметляване    | 23.3          | 118.1  |
| две реколтирания: фаза изметляване, фаза цъфтеж    | 24.1          | 122.5  |
| две реколтирания: восьчна зрялост,фаза изметляване | 24.6          | 124.9  |
| Едно реколтиране пълна зрялост                     | 28.6          | 145.3  |

обработките с листни и почвени торове (таблица 7.)

От резултатите от таблицата е видно, че добивът на сухо вещество расте при намаляване броя на реколтиранията , както и при забавяне на първото косене. Разликата при извършване на две реколтирания в различна фаза на първата коситба ( вретенене, цъфтеж или восьчна зрялост) влияе слабо върху добива на сухо вещество. При еднократно прибиране в края на вегетацията след узряване на семената, добивът превишава с 45 % контролата с три реколтирания във фаза изметляване.

#### ИЗВОДИ:

Използването на листни биостимулатори Astelis 1 и Fertilider Rame, както и подхранването с амониев нитрат повишава добивите на зелена маса с 2 - 17 %, а на суха маса - с 3 - 18%, при различните варианти на коситба.

Продуктивността на суха маса през вегетационния период е в зависимост от броя на реколтиранията. Добивът на сухо вещество намалява при увеличаване броя на реколтиранията. Добива на суха маса при две коситби е по-висок при забавяне на първа коситба.



# Първият български космически прибор

Таня Иванова

**Резюме:** На 10 април 1979 година полетя първият българин в Космоса и България стана шестата страна в света със свой космонавт. Учените от БАН осъществиха първата национална научна програма за космически изследвания при пилотирани полети. В доклада са разгледани накратко хронологията на космическите изследвания в България, драматичните събития около полета на първия български космонавт Георги Иванов, научната програма за този полет и апаратните системи създадени за реализацията ѝ.

**Ключови думи:** Космонавт, космически изследвания, космическа апаратура

## The first bulgarian space instrument

Tanya Ivanova

**Abstract:** On April 10, 1979, the first Bulgarian flew into space and Bulgaria became the sixth country in the world with its own cosmonaut. The scientists from the Bulgarian Academy of Sciences implemented the first National Scientific Program for space research in manned flights. The report briefly examines the chronology of space research in Bulgaria, the dramatic events surrounding the flight of the first Bulgarian cosmonaut Georgi Ivanov, the scientific program for this flight and the apparatus systems created for its realization.

**Keywords:** Cosmonaut, Space Research, Space Instrumentation

### ВЪВЕДЕНИЕ

Международната програма „Интеркосмос“ предостави възможността на България, както и на всички страни от бившия социалистически лагер да участват в космическите изследвания със своя научна апаратура, като използват безвъзмездно съветската космическа техника и съоръжения – спътници, ракети, стартови площадки и др. [1]. Тази програма даваше уникалната възможност и на малки страни като нашата да изстрелват своя научна апаратура за директни измервания от борда космически апарати (КА), изработена във всяка от страните-участници, за изследвания в желаната от тях област.

Много важно беше коя област ще бъде избрана, защото бе естествено космическите изследвания да бъдат продълже-

ние на вече традиционни научни области. Йоносферата на България беше една от най-проучените части на близкия Космос около нашата планета, с изследвания от Земята на нашите „идеолози“ – учените от ГФИ чрез наземни йоносферни станции и обсерватории.

В тази област българската наука беше създала своя мощна школа, добила световна известност и съвсем закономерно бе избрана за проучвания и от Космоса с апаратура, монтирана на борда на спътници и ракети, като продължи собствените си научни традиции. Накратко казано, началото на космическата ера в България беше поставено с изследване на йоносферата – изключително важна област от околоземното космическо пространство.

От йоносферата, както се нарича наеле-

ктризирания под влиянието на слънчевите лъчи слой от атмосферната обвивка на Земята, зависи до голяма степен живота на нашата планета. Основните енергийни ресурси и цялото си човешко съществуване на Земята дължим на Слънцето. Ала заедно с животворната си енергия, то ни праща и смъртоносни рентгенови, ултравиолетови и гама лъчи. Следователно, един от големите въпроси пред съвременната наука е да изследва как Слънцето влияе върху климата, реколтата, върху самите нас и всичко което ни заобикаля.

Основните научни задачи на експериментите в тази област бяха свързани с изследването на Слънцето и влиянието му върху живота на Земята, което напълно оправдано привлича вниманието на учените. Да се разберат физическите процеси, които протичат на Слънцето значи да се научи достатъчно надеждно да се прогнозира слънчевите изригвания. А това на свой ред позволява да се направят по-безопасни полетите на космическите кораби и орбитални станции, както и да се установят конкретните форми за проява на слънчево-земните връзки в тяхното огромно многообразие.

Директните експериментални изследвания на йоносферата с българска научна апаратура, залежали в основата на сътрудничеството между страните по програмата „Интеркосмос“, се осъществяваха на борда на спътниците със същото наименование и геофизичните ракети тип „Вертикал“. Стартовете, в които винаги участваха и български специалисти, се извършваха в европейската част на Русия: на спътниците „Интеркосмос“ – от северния космодрум Плесецк край Архангелск, а на ракетите „Вертикал“ – от южния космодрум Капустин Яр край Волгоград.

### ПЪРВИЯТ БЪЛГАРСКИ КОСМИЧЕСКИ ПРИБОР

Първият български сондов прибор (наречен П-1) бе предназначен за директно измерване на параметрите на йоно-

сферната плазма около спътника (Фиг. 1). Блокът електроника бе монтиран вътре под защитната обвивка на спътника, а на дълги щанги отвън за да се избегнат смущенията около корпуса бяха монтирани датчиците – цилиндрична сонда на Ленгмюр (ЦСЛ) за измерване на електронната компонента и 2 сферични йонни уловителя (СЙУ) – за йонната компонента [3]. В йоносферата под въздействието на слънчевите лъчи от неутралните атоми и молекули на разрежданата атмосфера се отделят електрони и те се превръщат в положителни йони.

Електронната система на П-1 генерира необходимите напрежения за сондите за привличане на съответните частици (компоненти) от заобикалящата ги плазма. Същевременно високочувствителни усилватели измерват тока, породен от тези частици, а от получените волтамперни характеристики могат да бъдат определени температурата и концентрацията на йоните и електроните, както и масовия състав.

Електрониката на прибора П-1 беше осъществена предимно с елементи – българско производство: бляговградски МОС интегрални схеми, айтоски съпротивления, кюстендилски кондензатори,



Фиг. 1  
Първият български сондов прибор П-1 с датчиците СЙУ за директно измерване на параметрите на йоносферната плазма от борда на спътника „Интеркосмос-8“.



севлиевски проводници. И много се гордеехме с това, защото апаратурата беше изработена висококачествено, за да може да издържи огромните натоварващи вибрационни, ударни, температурни, електромагнитни и други тежки приемно-предавателни изпитания в София и в Москва и да бъде качена на борда.



Фиг. 2  
Конструкторите на първата българска космическа апаратура – Стефан Чапкънов (в средата), Таня Иванова (седнала), Мария Петрунова и Георги Карамиев

След изработването на всеки космически прибор предстои да бъде изминат много дълъг, труден и отговорен път на изпитания. В техния ход трябва да бъде доказано, че всички елементи отговарят на изключително високите изисквания към апаратурата за космически изследвания, че тя работи нормално в състава на целия комплекс научна и служебна апаратура, монтирана в тясното пространство на спътниковия корпус. Всяка

от тези апаратури има собствени излъчвания, а взаимните влияния и смущенията са много силни.

Големи са напрежението и отговорността при приемно-предавателните изпитания на приборите в монтажно-изпитателните корпуси в Москва и на космодрума (Фигура 3). Също така и когато беше оценявана адекватността на получените от телеметричната система данни от изходите им. При някаква неизправност всичко трябваше да се отстрани за броени минути, за да влезем в строго начертания график до старта. Иначе, за да не се наруши баланса, на мястото на прибора трябва да се постави...тежест !? Всички млади български космически специалисти бяхме подложени на сериозни изпитания, навярно и затова беше толкова голяма радостта ни от успехите.

На борда на спътника „Интеркосмос-8“ се подготвяше за изстрелване и апаратура за комплексно измерване параметрите на високата атмосфера и йоносферата и чрез други методи, разработена от колеги-те ни от Чехословакия (измерител на електронната температура КМ-1), ГДР (радиопредавател Маяк), като всички служебни системи са руски (Фиг. 4).

### ИЗСТРЕЛВАНЕТО НА ПРИБОР П-1

Изстрелването на първия български прибор П-1 на 1 декември 1972 г. беше наистина първото и най-голямо професионално изпитание за конструкторите му [4]. Гостите на космодрума Плесецк в



Фиг. 3  
Предстартови изпитания на прибор П-1 монтиран на спътника „Интеркосмос-8“ в Монтажно-изпитателния корпус на космодрума Плесецк, Архангелска област

Архангелска област за този исторически старт бяха много – руските учени от ИКИ-РАН проф. К.И. Грингауз и Г.Л. Гдалевич, нашите чехословашки партньори Павел Трижска, Ян Шмилауер и Камил Кубат, немските ни колеги Ханс Фишер и Райнер Герш. Към състава на българската делегация от специалисти – Стефан Чапкънов, Таня Иванова и Георги Карамиев, за старта се присъединиха и ръководителите акад. Любомир Кръстанов и акад. Кирил Серафимов.

Кристално чистият въздух на космодрума буквално трептеше. Нощта беше мразовита, 28 градуса под нулата. Бялата, силно осветена ракета-носител се извисяваше високо към небесата, с кацналия на върха ѝ спътник и огромния червен надпис „Интеркосмос“ върху 35-метровия корпус (Фиг. 5).

Ние бяхме в специален бункер, защото вибрациите и шумът по време на стартовете са невъобразими. Слушахме напрегнато командите, с които за последно нареждаха проверки на системите. Отпред бункерът беше открит, но ние бяхме толкова развълнувани, че въобще не усещахме ледения вятър. Вълнувахме се не само защото гледката беше невероятно красива, а най-вече защото през тази нощ за първи път щеше да полети българска



Фиг. 4  
Изкуственият спътник на Земята „Интеркосмос-8“ е готов за изстрелване

апаратура, в която бяхме вложили целия си младежки ентузиазъм и знания.

Внезапно мощен взрив разтърси стартовата площадка. Под ракетата лумнаха огнени пламъци и тя пое нагоре – отначало съвсем бавно, като че ли се подпираше на соплатата си, после за броени мигове се превърна в малка светеща точица. Гледахме онемели тази проява на човешкия





Фиг. 5  
Ракетата носител на спътника „Интеркосмос-8“ на стартовата площадка и момента на изстрелването от космодрума Плесецк в 01:00 часа на 1 декември 1972 г.



гений, но откровено казано, най-много ни глождеше мисълта дали електрониката ни е издържала изключителното претоварване на борда?! Следващите няколко часа, докато разберем, че апаратурата е вклю-

чена и работи нормално в орбита, бяха може би най-напрегнатите в живота ни.

Когато получихме лентите с първите телеметрични записи от прибор П-1 вече можехме да се поздравим. **България беше изстреляла успешно своя апаратура на борда на космически апарат и се нареждаше на 18-то място в списъка на „космическите държави“.** За постижението си бяхме наградени със златни и сребърни значки от акад. Никола Бонев – председателя на Българското астронавтическо дружество, получихме и Златен медал от Международния панаир през 1973 г. в Пловдив.

### СЕРИЯТА СОНДОВИ ПРИБОРИ

След П-1 бяха разработени и изстреляни още много други български прибори

Таблица 1. Българските сондови прибори за измерване с помощта на ЦСЛ и СИУ

| №  | Прибор  | Вид носител     | Дата на изстрелване | Перигей [km] | Апогей [km] |
|----|---------|-----------------|---------------------|--------------|-------------|
| 1  | П 1     | Интеркосмос-8   | 01.12.1972          | 214          | 679         |
| 2  | П 2     | Интеркосмос-12  | 31.10.1974          | 264          | 708         |
| 3  | П 3     | Интеркосмос-14  | 11.12.1975          | 345          | 707         |
| 4  | П 1 Р   | Вертикал-3      | 02.09.1975          | -            | 502         |
| 5  | П 2 Р   | Вертикал-4      | 14.10.1976          | -            | 1510        |
| 6  | П 3 Р   | Вертикал-6      | 25.10.1977          | -            | 1502        |
| 7  | РИКИ    | Кентавър-II     | 31.10.1978          | -            | 158         |
| 8  | Ч ЭЛИ-1 | Вертикал-7      | 03.11.1978          | -            | 1496        |
| 9  | ПЗР     | Вертикал-7      | 03.11.1978          | -            | 1496        |
| 10 | П 4     | Интеркосмос-19  | 27.02.1979          | 502          | 996         |
| 11 | П6-ИЛ   | Интеркосмос-22  | 07.08.1981          | 825          | 906         |
| 12 | П7-ЗЛ   | ИК-22/ИК-Б-1300 | 07.08.1981          | 825          | 906         |
| 13 | ЗОНД-Р  | Вертикал-10     | 21.12.1981          | -            | 1510        |

за директно изследване на йоносферата и високата атмосфера. Електронните прибори П-2 (1974) и П-3 (1975) летяха на борда на спътниците „Интеркосмос-12 и 14“, а други модификации – на геофизичните ракети „Вертикал - 3, 4, 6, 7 и 10“ (Табл. 1). Тези прибори бяха модернизирани, изработени изцяло на специализирани интегрални схеми (леки, нискоконсумативни, термоустойчиви), с оригинални конструкторски решения, увеличаващи информативността и точността на експеримента.

През изминалите 50 години българските учени имат значителни постижения в областта на космическите изследвания и България заема достойно място сред космическите държави. Създадени са и са изведени в орбита над 100 научни прибора и апаратури и са проведени космически експерименти по десетки международни програми.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Газенко, О. Г. Програма „Интеркосмос“. Краткий исторический очерк. В: Материалы Международной научной конференции „Интеркосмос-30“, 9–10 Април 2001, Москва, Изд. „БЛОК-Информ-Экспресс“, 2003, 14–22.
2. Иванова, Т., В. Стоянов. Оранжерия над небето, изд. ВСТ, София, 2002, 121.
3. Чапкънов, С. К., Т. Н. Иванова, М. Х. Петрунова. Прибор П1 для измерения параметров плазмы вблизи искусственного спутника земли. Научные приборы, Москва, 1974, 5, 39–42.
4. Иванова, Т., Ст. Чапкънов, Г. Карамисhev. 35 години България – космическа държава. Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Scientific Conference with International Participation SENS 2007, 27–29 Юни 2007, Варна, 57–61.
5. Иванова, Т., М. Петрунова, Ст. Чапкънов, Г. Л. Гдалевич, В. Ф. Губский. Прибор П-4 для измерения концентрации и температуры электронов, а также концентрации положительных ионов. Аппаратура для исследования внешней йоносферы, Москва, ИЗМИРАН, 1980, 109–119.

## За автора

Доц. д-р инж. Таня Иванова (р. 09.09.1946) е доайен на българската космическа наука, един от създателите на Групата по физика на космоса към БАН през 1969 г., прераснала в днешния Институт за космически изследвания и технологии. Първоначално работи в областта на физиката на околоземното пространство, в разработката и изработването на апаратура за директни сондови измервания на йоносферната плазма. Участник е в изпитанията и изстрелването на първия български космически прибор П1 през 1972 г., след което България става 18-та космическа държава, и е първата жена чужденка, допусната да работи на съветски космодрум. Конструктор и водещ инженер е на 12 уникални български прибора, летяли на борда на спътници и вертикални геофизични ракети по програмата „Интеркосмос“ до 1981 г., участва в обработката и интерпретацията на научните данни.

Създател и дългогодишен ръководител е на ново научно направление „Космически биотехнологии“, в което са разработени три поколения космически оранжерийни системи. Първата автоматизирана Космическа оранжерия СВЕТ за провеждане на дългосрочни експерименти с растения е изстреляна на Орбитална станция МИР през 1990 г. В продължение на 10 години на борда се провеждат научни експерименти с различни видове култури по няколко международни космически програми, включително и на НАСА. В резултат от изследванията е доказано, че растенията могат да се развиват нормално в условия на безтегловност и да се използват за храна и пречистване на въздуха на екипажите при бъдещите дълготрайни мисии, първоначално до Луната и Марс.







## ФОНДАЦИЯТА ОСЪЩЕСТВЯВА ПЕТ ПРОГРАМИ:

Фондация „ЕВРИКА“ е основана през 1990 година за подпомагане на даровити деца и млади хора при реализирането на проекти в областта на науката, техниката и управлението; подкрепа на младите новатори и предприемачи, разпространение на научни, технически и икономически знания; усъвършенстване на материалната база за научно и техническо творчество; подпомагане на обучението и специализацията, на международното сътрудничество в областта на науката и техниката.

### ТАЛАНТИ

Програмата има за цел издирването и развитието на надарени млади хора в областта на науката, техниката, технологиите и управлението. Чрез нея се подпомага обучението на талантлив младежи, подкрепя се участието им в научно-технически изяви, стимулира се провеждането на специализирани школи и летни университети и др.

### НАУЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

Програмата има за цел да подпомага научните изследвания на младите учени във фундаменталните области на науката и по този начин да осигурява възможност за научна изява и развитие.

### ИНФОРМАЦИЯ, ИЗДАНИЯ, ИЗЯВИ И МЕЖДУНАРОДНО СЪТРУДНИЧЕСТВО

Чрез програмата „Информация, издания, изяви и международно сътрудничество“ се организират дейностите на Фондацията, свързани с информационното осигуряване и разпространението на научно-технически знания сред младежта и децата, организирането на изяви за наука, техника, технологии и управление – конкурси, симпозиуми, семинари, кръгли маси, школи, научно-технически състезания, олимпиади, изложби, да насърчава международното сътрудничество на младите хора и техните организации в областта на науката, техниката, технологиите и управлението, както и да подпомага деловите им контакти със сродни организации в други страни.

### НАСЪРЧАВАНЕ НА СТОПАНСКИ ИНИЦИАТИВИ

Чрез програмата „Насърчаване на стопански инициативи“ се насочва и координира дейността на Фондацията за стимулиране на създаването и внедряването на научно-технически идеи и разработки и други стопански инициативи на младежки колективи и търговски дружества на младите хора, както и на отделни младежи на възраст до 35 години.

### РАЗВИТИЕ

Програмата има за цел да подпомага ускореното развитие на съвместни дейности на програмна и проектна основа с международни, чуждестранни и национални организации и институции, в рамките на целите и предмета на дейност на Фондацията.

За делови контакти: **София 1000, бул. „Патриарх Евтимий“ № 1**  
**тел: 02/9815181; тел/факс 02/9815483**  
**e-mail: office@evrika.org**

# ВАТРАСИН

## ЗА ЗДРАВЕ И МЛАДОСТ НА КОЖАТА

## ПРОИЗВЕДЕНО В БЪЛГАРИЯ

ЕКОСИТИ 2010 ЕООД  
РАДОМИР

e-mail: [georgi.vatrachki@abv.bg](mailto:georgi.vatrachki@abv.bg)

web: [ecocity2010.business.bg](http://ecocity2010.business.bg)

mobile: +359 898 676 176





**ФЕДЕРАЦИЯ НА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИТЕ СЪЮЗИ**  
**повече от 135 години история**



**ИСКАТЕ ЛИ ДА ОТГОВОРИТЕ НА ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВОТА  
НА ВРЕМЕТО?**

**ПОТЪРСЕТЕ ФНТС ЗА:**

**Научно-технически конференции, симпозиуми,  
изложби и други прояви.**

**Професионално образование, обучение и  
специализирани курсове.**

**Ползване на конферентни и изложбени зали,  
симултанна техника и мултимедия.**

**ДОВЕРЕТЕ СЕ НА ПРОФЕСИОНАЛИЗМА  
И КОМПЕТЕНТНОСТТА НИ!**

**КОНТАКТИ: София 1000, ул. „Г. С. Раковски“ 108,  
[www.fnts.bg](http://www.fnts.bg), 029877230, 0878703669**