

**SHUMEN MUNICIPALITY  
ASSOCIATION SCIENTIFIC AND APPLIED RESEARCH  
GENERAL COUNCIL OF THE RUSSIAN FEDERATION – VARNA BULGARIAN  
ASTRONAUTICAL FEDERATION  
SPACE RESEARCH AND TECHNOLOGIES INSTITUTE – BAS  
KONSTANTIN PRES LAVSKY UNIVERSITY OF SHUMEN  
PEOPLE'S COMMUNITY CENTER "DOBRI VOYNIKOV – 1856"**

---

**THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION**



**DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF BULGARIAN ACADEMY  
OF SCIENCES AND TO THE 35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S  
FLIGHT**

**Vol. I**

**SHUMEN, BULGARIA  
21 - 23 MAY 2014**

**SHUMEN MUNICIPALITY  
ASSOCIATION SCIENTIFIC AND APPLIED RESEARCH  
GENERAL COUNCIL OF THE RUSSIAN FEDERATION – VARNA BULGARIAN  
ASTRONAUTICAL FEDERATION  
SPACE RESEARCH AND TECHNOLOGIES INSTITUTE – BAS  
KONSTANTIN PRES LAVSKY UNIVERSITY OF SHUMEN  
PEOPLE'S COMMUNITY CENTER "DOBRI VOYNIKOV – 1856"**

---

**THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION**

**DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF BULGARIAN ACADEMY  
OF SCIENCES AND TO THE 35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S  
FLIGHT**

**Vol. I**

**SHUMEN, BULGARIA  
21 - 23 MAY 2014**

**UNDER THE PATRONAGE OF KRASIMIR KOSTOV - MAYOR OF THE SHUMEN  
MUNICIPALITY**

**ORGANIZATIONAL COMMITTEE**

- Honorary chairman:** Acad. Stefan Vodenicharov - Chairman of the Bulgarian Academy of Science
- Co-Chairmens:** Prof. DSc Petar Getsov – Director Space Research and Technologies Institute –BAS  
and Chairman of the Bulgarian Astronautic Federation  
Yurii Solovyev – Council of the Russian Federation in the city of Varna
- Vice Chairman:** Prof. DSc Zhivko Zhekov – Konstantin Preslavsky University of Shumen
- Scientific secretary:** Prof. DSc Garo Mardirosian, – Space Research and Technologies Institute – BAS

**MEMBERS:**

Acad. Prof DSc Lev Zelyonii – Russia  
Acad. Prof. DSc Mykhailo Khvesyk – Ukraine  
Acad. Prof. DSc Genadiy Maklakov – Ukraine  
Assoc. Member Prof. DSc Filip Filipov – Bulgaria  
Assoc. Member Prof. DSc Petar Velinov – Bulgaria  
Prof. DSc Viktor Mukhin – Russia  
Prof. DSc Vyacheslav Rodin – Russia  
Prof. Dr. Habil. Margarita Georgieva – Bulgaria  
Prof. Dr. Habil. Georgi Kolev – Bulgaria  
Prof. DSc Borislav Bedzhev – Bulgaria  
Prof. DSc Rumen Kodjeykov – Bulgaria  
Prof. DSc Antonio Antonov – Bulgaria  
Prof. Dr. Rumen Nedkov – Bulgaria  
Prof. Dr. Stefano Tinti – Italy  
Prof. Dr. Boyko Rangelov - Bulgaria  
Prof. Dr. Ivan Tsonev – Bulgaria  
Prof. Dr. Stefan Zhelev – Bulgaria  
Prof. Dr. Julia Khvesyk - Ukraine  
Prof. Dr. Alen Sarkisyan – France  
Prof. Dr. Maria Franekova – Slovakia  
Prof. Dr. Larisa Yovanovich – Serbia  
Assoc. Prof. Margarita Filipova - Bulgaria  
Prof. Dr. Naziya Suleymanova – Kazakhstan  
Assoc. Prof. Stiliyan Stoyanov – Bulgaria  
Assoc. Prof. Dr. Stefka Kaleva – Bulgaria  
Assoc. Prof. Dr. Helmi Koschu – Turkey  
Assoc. Prof. Dr. Neli Dimitrova – Bulgaria  
Dr. Gevorg Kesoyan – Russia  
Dr. Stoyan Sarg Sargoytchev – Canada  
Dr. Anton Antonov – Bulgaria  
Dr. Yordanka Schwebs – Germany  
Dr. Stoyan Velkoski – Macedonia  
Dr. Mihail Vladov – Moldova  
Ch. Assist. Angel Manev – Bulgaria  
Assist. Prof. Petar Boyanov - Bulgaria  
Nikolay Nikolov – Bulgaria

© Association Scientific and Applied Research  
© Konstantin Preslavsky University Press  
ISBN 978-954-577-970-1  
[associationsar@abv.bg](mailto:associationsar@abv.bg)  
<http://www.associationsar.com/>

# CONTENTS

## SPACE RESEARCH

---

### THE CONTRIBUTION OF THE TOWN OF SHUMEN IN THE SPACERESEARCH

Zhivko Zhekov .....7

### PROFESSIONAL SELECTION AND SIMULATOR TRAINING OF UNMANNED AIRCRAFT COMPLEXES OPERATORS

Petar Gezov, Zoya Hrbenova, Georgi Sotirov .....50

### CONCEPT FOR CREATIVE THINKING IN THE PREPARATION OF AEROSPACE STAFF

Gennady Maklakov, Petar Getsov .....64

### INVESTIGATING OF THE INSTRUMENTAL FUNCTION OF SPECTROPHOTOMETRIC APPARATUS FOR REMOTE ATMOSPHERIC MONITORING

Zhivko Zhekov, Garo Mardirossian, Stilian Stoyanov, Atanas Bliznakov .....69

### AEROSPACE TECHNOLOGIES NATIRAL HAZARDS

Garo Mardirossian, Zhivko Zhekov .....75

### FLIGHT AND SCIENTIFIC PROGRAM OF THE FIRST BULGARIAN IN SPACE

Tania Ivanova .....93

### SPACE BIOTECHNOLOGIES SUPPORT MANNED FLIGHTS TO MARS

Tania Ivanova, Ivan Dandolov .....101

### MODERN COMMAND, CONTROL AND DATA TRANSMISSION SYSTEMS FROM UAV

Georgi Sotirov, Boycho Boychev .....109

### SUNNY RADIOMETER FOR OPERATIONAL MONITORINGOF UV RADIATION

Angel Manev, Veselin Tashev .....118

### HIGHLY RELIABLE MODULAR POWER SUPPLY FORELECTRONIC DEVICE WORKING IN NOT PILOTING AEROSPACE SATELLITES.

Veselin Tashev, Angel Manev .....126

### MEASUREMENTS OF OZONE OVER STARA ZAGORA,BULGARIA, WITH ULTRAVIOLET SCANNING SPECTROPHOTOMETER “PHOTON-2”

Bogdana Mendeva, Dimitar Krastev, Boyan Petkov .....135

### INVESTIGATE THE FEASIBILITY OF SATELLITE MONITORING TO MANAGE ENVIRONMENTAL SECURITY

Georgi Baev .....143



## **REVIEW AND CRITICAL ANALYSIS OF THE WORKS ON THE GRAVITATION**

Velko Velkov .....150

## **HYPOTHESIS OF COSMOLOGICAL MODEL OF THE UNIVERSE WITHOUT GRAVITATION**

Velko Velkov .....158

## **TRIBOLOGY AND ECOLOGY**

Tinka Grozdanova, Anna Petrova .....167

## **NANOTECHNOLOGIES – THE REALISTIC FUTURE** Anna Petrova, Tinka

Grozdanova, Stavri Stavrev .....174

## **OBJECTS DISCOVERING ON THE GROUND SURFACE FROM THE BOARD OF FLYING APPARATUS**

Rumen Kodjeykov, Zhivko Zhekov .....182

## **OPTIC-ELECTRONIC METHOD FOR DEVELOPMENT OF DEVICES AND APPLIANCES FOR ATMOSPHERE MONITORING**

Stiliyan Stoyanov .....188

## **METHOD FOR CALCULATION OF A SPECTROPHOTOMETER WITH A DIFFRACTION GRATE**

Stiliyan Stoyanov .....223

## **MOBILE COMPLEX FOR RESEARCH OF THE BRIGHTNESS OF THE DIURNAL SKY**

Stiliyan Stoyanov, Angel Manev .....229

## **STUDY OF DISTANT OBJECTS BY MEANS OPTIC-ELECTRONIC APPARATUSES, PROBABILITY RELATION WHEN THE SIGNAL IS ABSOLUTELY UNKNOWN**

Tsanko Tsanev .....236

## **ECOLOGY**

---

### **ECOLOGY, CULTURE, EDUCATION**

Nadya Marinova .....242

### **REGIONAL SYSTEM FOR ECOLOGICAL MONITORING IN REAL TIME BASED ON MODIS DIRECT BROADCAST**

Katya Dimitrova, Petar Petrov .....250

### **ANALYSIS OF SUMMARY WATER USAGE OF UNCONVENTIONAL FORAGE CROPS IN DIFFERENT IRRIGATION REGIME**

Gulnara Asemkulova, Gulbanu Altybayeva .....258

### **IRRIGATION REGIME AND WATER USAGE OF FORAGE CROPS**

Gulnara Asemkulova .....263

**DIVISION INTO DISTRICTS TERRITORY CITY ALMATY DEPENDING UPON  
LEVEL ANTHROPOGENOUS INFLUENCE**

Almira Daulbayeva , Margarita Filipova .....270

**EFFECT OF DIFFERENT DOSES OF NITROGEN AND PHOSPHORUS  
FERTILIZERS AND SOWING DATE ON YIELD AND QUALITY OF GREEN MASS  
OF SORGHUM HYBRIDS UNDER SOD-PODZOLIC SOILS OF THE NORTH-EAST  
OF BELARUS.**

Tamara Persikova, Ekaterina Blohina .....277

**GRAIN YIELD AND QUALITY OF THE BLUE LUPINE, DEPENDING ON  
FEEDING CONDITIONS ON THE SOD-PODZOLIC SOIL**

Tamara Persikova, Marina Radkevich .....286

**RISING AND FALLING WATER LEVELS IN THE KAZAKHSTAN SECTION OF  
THE CASPIAN SEA**

Nazia Suleimenova, Gusman Kenzhetayev, Samal Syrlybekkyzy .....293

**ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC PROBLEMS OF AGRO-ECOSYSTEM  
UNDER AGRICULTURAL INTENSIFICATION IN CONDITIONS OF  
SOUTHEASTERN KAZAKHSTAN**

Naziya Suleimenova, Margarita Filipova, Zharaspayeva Sandugash .....310

**NATIONAL SECURITY**

---

**POSSIBILITY OF USING STEGANOGRAPHY IN THE SOCIAL NETWORKS -  
FACEBOOK AND GOOGLE+**

Nikolai Dosev, Hristo Hristov, Svetlin Iliev .....317

**THE IRREGULARITIES AND FRAUDS AT THE TIME OF PUTTING EUROPEAN  
UNION FUNDS TO USE AS A THREAT FOR NATIONAL AND COMPANY  
SECURITY**

Yuliy Markov, Hristo Hristov .....324

**METHODS OF APPROACH FOR IDENTIFYING THE SOURCES OF THREATS  
FOR AN ORGANIZATION**

Hristo Hristov .....335

**NON-GOVERNMENTAL SECTOR AND NATIONAL SECURITY**

Nikolay Dosev Hristo Hristov .....344

**RISK FACTORS AND C SECURITY THREATS IN BULGARIA**

Donika Dimanova .....325

**DEMOGRAPHIC CRISIS AND SOCIAL SYSTEMS IN SHUMEN REGION**

Ivelina Andreeva .....359

**THE APPLICATION OF EUROPEAN TOOLS FOR DEVELOPMENT OF HUMAN  
CAPITAL IN SHUMEN REGION**

Ivelina Andreeva .....369





THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## ПРИНОСЪТ НА ГРАД ШУМЕН В КОСМИЧЕСКИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ

**ЖИВКО ЖЕКОВ**

*ШУМЕНСКИ УНИВЕРСИТЕТ „ ЕПИСКОП К. ПРЕСЛАВСКИ“*  
E-mail: zhekov\_z@abv.bg

## **THE CONTRIBUTION OF THE TOWN OF SHUMEN IN THE SPACE RESEARCH**

**ZHIVKO ZHEKOV**

*SHOUMEN UNIVERSITY "BISHOP KONSTANTIN OF PRES LAV" BULGARIA*

**ABSTRACT:** *In the current paper, satellite methods for research of gas content of the atmosphere are presented. The stress is on the satellite methods and the measurement geometry. A generalized characteristic of the absorption specters of the atmospheric ozone and gases into the optic range is presented when research with land and satellite appliances and apparatuses.*

*An evaluation of the satellite methods is made when measuring the content of small gases.*

*Scientific results are presented which are received by satellite experiments and the perspectives of satellite research are laid down.*

**KEY WORDS:** *satellite methods, gas content of the atmosphere*

Изучаването газовия състав на земната атмосфера посредством различни методи, се извършва от много десетилетия. В последните години интересът към този проблем съществено нараства във връзка със следните основни обстоятелства :

- значително се увеличава антропогенното влияние на газове и аерозоли в състава на атмосферата
- стават все по – ясни разнообразните физически механизми, влияещи на изменението на газовия и аерозолния състав на атмосферата върху

различни характеристики на обкръжаващата среда и в частност върху времето и климата на Земята.

Ако по рано основно внимание се обръщаше на ръста на концентрацията на въглеродния диоксид ( $\text{CO}_2$ ), то по съвременни оценки [1], ръста на съдържанието на ред други малки газови съставлящи (МГС) като ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , фреони и др) в близко бъдеще могат да окажат не по – малко съществено сумарно влияние върху климата на Земята, отколкото ръста на съдържанието на въглеродния диоксид.

Изменението на газовия състав и възможни климатически последици от тези изменения, стимулират създаването и функционирането на различни наблюдателни системи за контрол на газовия състав на атмосферата на Земята. Функционират наземни системи за измерване изменението на съдържанието на  $\text{O}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  и ред други МГС. Все по

голямо внимание се отделя на самолетни и аеростатни измервания на МГС. С помощта на тези измервания е получен голям обем от важна информация за пространствено – временните вариации на съдържанието на МГС и интензивността на техните източници . Съществен принос за получаване на такава информация имат спътниковите методи за измерване [3, 4, 7, 11 ... 14]. Тяхната роля в бъдеще несъмнено ще нараства, което се обуславя от възможността за получаване с тяхна помощ на глобална еднородна тримерна информация за съдържанието на много МГС с добра периодичност и за голям период от време.

## СПЪТНИКОВИ МЕТОДИ И ГЕОМЕТРИЯ НА ИЗМЕРВАНИЯТА

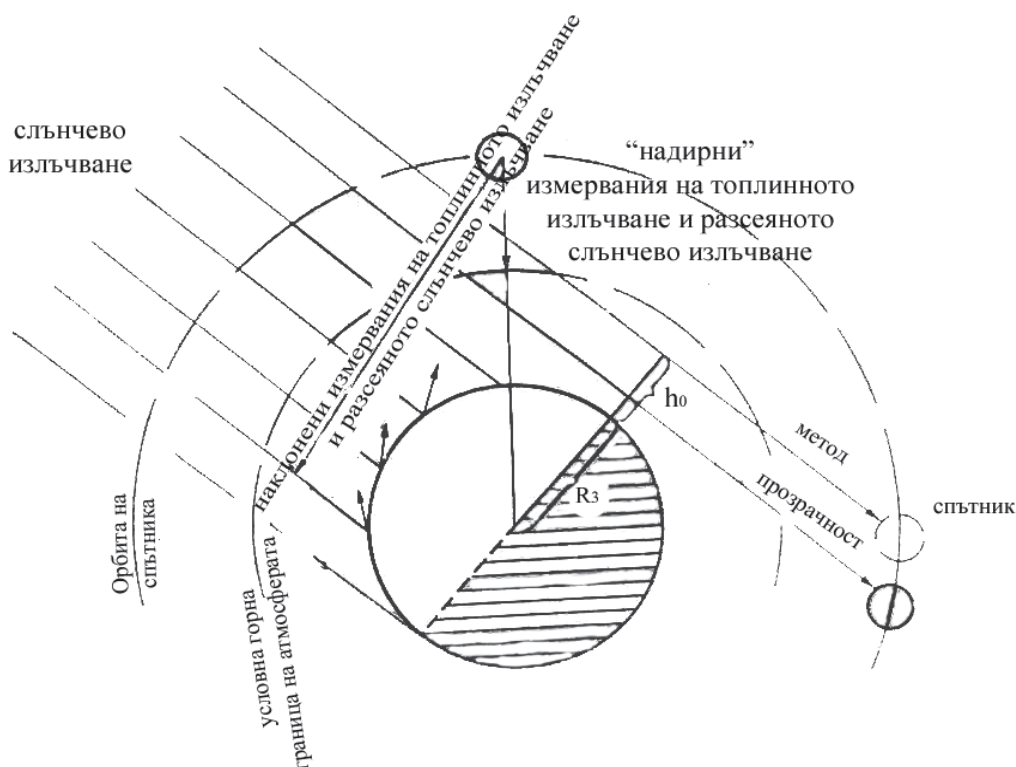
За изучаване на газовия състав на атмосферата, интензивно се използват три пасивни спътникови метода (фиг. 1).

- метод на прозрачност (ПРО), в който информацията за съдържанието на МГС се извлича от спектрите на поглъщане на слънчевото излъчване при появяването и скриването на Слънцето зад хоризонта на планети (възможно е използване на Луна и звезди);
- метод на топлинно излъчване (ТИ), използващ измерването на спектралната и (или) ъгловата зависимост на собственото излъчване на атмосферата;
- метод на отразено и разсеяно слънчево излъчване (ОРСИ), в който информацията за съдържанието на МГС се извлича от измерването на преминаващото излъчване в ултравиолетовата (УВ), видимата (ВИД) и близката инфрачервена (БИ) област на спектъра.

През последните години се наблюдава и развитие на разнообразни лазерни методи за сондиране на атмосферата, в това число и на характеристики на газовия състав . Планират се и се подготвят ред лазерни експерименти. Значително количество информация за съдържанието на

МГС в земната атмосфера предстои да се получи с посочените по – горе три пасивни спътникови метода.

При спътников измервания на МГС се използват два типа геометрии на измерване: надирна и допирателна (до хоризонта на планетите), съществено различаващи се по пространствена разделителна способност. Ако при допирателната геометрия може да бъде достигната относително висока вертикална разделителна способност (1 ... 4 км в зависимост от ъгловата апертура на спътниковия уред), но се наблюдават осреднени експериментални характеристики на състава на атмосферата (300 ... 500 км и повече), то при надирни измервания ситуацията е обратна : вертикалната разделителна способност е 8 ... 10 км и по добра, а хоризонталната може да достигне около 10 км. Височината (тавана) на сондиране за дистанционни методи се определя от чувствителността на оптичната апаратура, оптичната плътност в отделни области на поглъщане, геометрията на измерване.



Фиг.1. Спътникови пасивни методи и геометрия на измерване на МГС ( $H_0$  – информативна височина,  $R_3$  – радиус на Земята)

Във връзка с това почти всички съвременни косвени методи в топлинната област на спектъра са основани на използване предположението за локално термодинамично равновесие (ЛТР).

Периодичността на измерванията (броя измервания в денонощия) варира в зависимост от различните методи и зависи от използваните орбити на спътниците, режима на работа на спътниковите апаратури и геометрията на измерване. За метода ПРО броя на измерванията в денонощие е около 30 при използване в качеството на източник Слънцето, и може да достигне  $10^3 \dots 10^4$  за методите ТИ и ОРСИ. Степента на глобален обхват на земната шир посредством спътникови наблюдения зависи от метода, характеристиките на орбитата, геометрията на наблюдение, характеристиките на спътниковата апаратура и режима на работа. С най – големи информационни възможности се характеризира метода ТИ, с най – малки – метода ПРО при използване само на слънчево лъчение. При проведен сравнителен анализ на косвените методи се вижда, че различните методи имат свои преимущества и недостатъци. Във връзка с това стои важната задача за тяхното оптимално съчетаване при създаване на глобална система за мониторинга на МГС от наземни, самолетни, аеростатни и спътникови измервания.

Във всички горепосочени направления, ефективността на научните изследвания е неразривно свързана със създаване на средства и уреди за провеждане на измервания с висока точност. Сред различните типове съвременни измервателни средства, едно от първите места принадлежи на оптичните, електронно – оптичните и оптико-електронните уреди и апаратури.

### ***ИЗСЛЕДВАНЕ ВИДИМОСТТА НА ОТДАЛЕЧЕНИ ОБЕКТИ ПОСРЕДСТВОМ ВИЗИРНИ ОПТИЧНИ УРЕДИ ПРИ РАЗЛИЧНА ЯРКОСТ НА ФОНА***

Предложената методика осигурява пълен нюанс от характеристиките на изследваните далечни обекти в зависимост от яркостта на фона на който те се изследват, в зависимост от ефективността  $N_0$  в центъра на зрителното поле на визира, при определяне на пределната осветеност в центъра на зрителното поле, при различни полеви ъгли  $\beta_i$ , при определяне коефициента на формата и диаметъра на аберационното петно  $\rho$ , като се определя ефективността  $N_{\rho,\beta}$  при отчитане влиянието на аберационното на разсейване и полевия ъгъл и определяне на пределната осветеност в равнината на изображението при отчитането на горепосочените фактори, в условия на засветяване на визирната оптична система от Слънцето, Луната и планетите.

1. Определяне коефициента  $K_d$ , отчитащ непълното използване площта на зеницата на окото:

$$(1) \quad K_d = d / \delta,$$

където:  $d$  – диаметър на изходната зеница на уреда;

$\delta$  – диаметър на зеницата на окото на наблюдателя.

Стойността на диаметъра на зеницата се определя в зависимост от яркостта на фона. Ако диаметъра на зеницата на окото  $d \geq \delta$ , то коефициента  $K_d$  се приема равен на 1.

2. Определяне на коефициента, отчитащ ефекта на Стайлс–Кроуфорд  $K_\delta$ , характеризиращ отношението на сумарното въздействие на светлината преминаваща през изходната зеница на уреда с диаметър  $d = 2x_1$  към сумарното въздействие на светлината върху зеницата на окото на наблюдателя с диаметър  $\delta = 2x_2$ , изменяща се в зависимост от яркостта на фона:

$$(2) \quad K_\delta = S_{x_1} / S_{x_2},$$

където:  $x_1 = d / 2$ , а  $x_2 = \delta / 2$ .

3. Определяне на ефективността  $N_0$  в центъра на зрителното поле на визира по израза:

$$(3) \quad N_0 = \Gamma^2 (K_d^2 \tau_{o.s.} \tau_{amm})^{1-n},$$

където:  $\tau_{amm}$  – коефициент на свето пропускане на атмосферата;

$\tau_{o.s.}$  – коефициент на светопропускане на оптичката система на уреда:

$$(4) \quad \tau_{o.s.} = 0,99^{l_{cm.}} 0,95^{N_{кр}} 0,94^{N_{фл.}},$$

където:  $N_{кр} N_{фл.}$  – брой на неслепените оптически елементи от крон и флинт съответно;

$l_{cm.}$  – сумарна дължина на всички оптически елементи в системата;

$n$  – степенен показател, характеризиращ влиянието на яркостта на фона.

4. Определяне на пределната осветеност  $E_0$  в центъра на зрителното поле по израза:

$$(5) \quad E_0 = E_H / N_0,$$

където:  $E_H$  – наблюдавана пределна осветеност с невъоръжено око



$$(6) \quad E_H = cB^n,$$

стойността на  $E_H$  се определя в зависимост от яркостта на фона  $B$ .

5. Определяне на ефективността  $N_\beta$  за полеви ъгли  $\beta_i$  по изрази :

$$(7) \quad N_0 = \Gamma^2 (K_d^2 K_\delta \tau_{o.s.} \tau_{amm})^{1-n} \cos \beta,$$

където:  $K_\beta = K_d^2 K_\delta \alpha_\beta$

$\alpha_\beta$  – стойност на винетирането при полеви ъгли  $\beta$ ;

6. Определяне на коефициента на формата на аберационното петно за отношението  $l/h$  – дължина към ширина на правоъгълното аберационно поле.

$$(8) \quad q = E_{l,h} / E_\rho.$$

7. Определяне диаметъра на аберационния кръг по изрази:

$$(9) \quad \rho = \sqrt{lh / \pi}.$$

8. Определяне на пределната осветеност на обекта в равнината на изображението  $E'_\rho$  за пресметнатото  $\rho$ .

9. Определяне на ефективността  $N_{\rho,\beta}$  при отчитане влиянието на аберационното петно на разсейване във визира и полевия ъгъл  $\beta$ .

$$(10) \quad N_{\rho,\beta} = N_\beta E_H / E'_\rho q.$$

10. Определяне на пределната осветеност  $E_{\rho,\beta}$  при отчитане влиянието на аберационното петно на разсейване във визира и полевия ъгъл  $\beta$ .

$$(11) \quad E_{\rho,\beta} = E_H / N_{\rho,\beta}.$$

11. При широка спектралност на изследвания продълговат обект в пределната осветеност  $E_{\rho,\beta}$  се внася коефициента  $P_{цв.}$  и се определя  $E_{цв.}$

$$(12) \quad E_{цв.} = E_{\rho,\beta} P_{цв.}$$

При определяне на видимостта на изследваните отдалечени точкови обекти в условия на засветяване от Слънцето, или планети е необходимо да са ни зададени осветеността на оптическите детайли от Слънцето  $E_c$ , ъгълът на странично засветяване на визирната оптична система  $\alpha_c$  или съответно от планетите, яркостта на фона от планетите  $B_{пл}$ , ъгъла на

странично засветяване  $\alpha_{nl}$  и ъгловия размер на източника на засветяване  $L$  (или телесния ъгъл на източника на засветяване).

За целта:

1. Определяне осветеността на планетите върху входящото отворстие на визира:

$$(13) \quad E_{nl} = B_{nl} w \cdot \cos \alpha ,$$

където  $\alpha = 2\pi(1 - \cos L / 2)$ .

2. Определяне на коефициента на яркост  $r_{\alpha}$  на защитното стъкло на визира и другите оптически детайли, засветявани от планетите или от Слънцето под ъгъл  $\alpha$

3. Определяне на яркостта на фона от разсеяна светлина в условията на странично засветяване от Слънцето  $B_c$  или от планетите  $B_{nl}$ .

$$(14) \quad B_{cl,nl} = \frac{E_{cl,nl} \cdot r_{\alpha}}{\pi} ,$$

където:  $E_{cl} = E_{\perp} \cos \alpha$

$E_{\perp} = 13,5 \cdot 10^4 \text{ lk}$  за атмосферата.

### ***ВИЗИРНИ ОПТИЧНИ УРЕДИ***

При определяне на светлинния баланс на визуалните оптически и електронно-оптически уреди предназначени за наблюдение на отдалечени обекти от борда на космически орбитални станции, като се отчита влиянието на различните оптични характеристики на уреда, яркостта на фона на който се извършват наблюденията, влиянието на аберационното петно на разсейване, параметрите на скалата, са проведени теоретични и експериментални изследвания и са конструирани “Визир В 3х40” за наблюдение на отдалечени обекти към фотометричната апаратура “Дъга” и Визир – прицел 15 К за дистанционно наблюдение спектроскопичната апаратуре “Спектър 15”.

#### ***Визир – прицел 15 К***

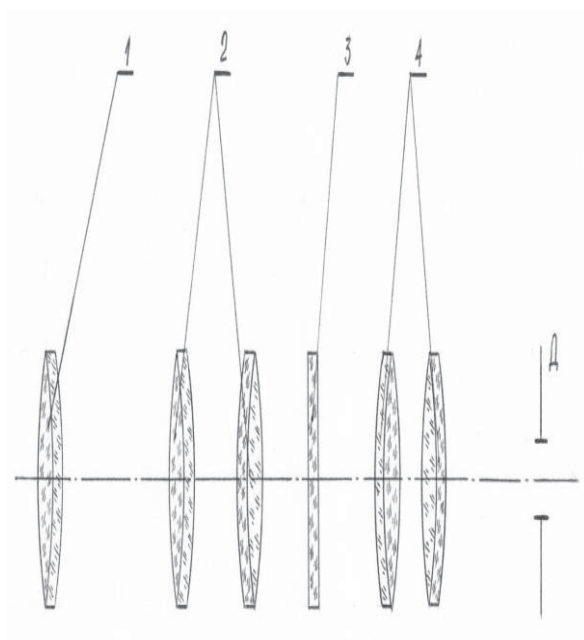
Спектроскопичната апаратура “Спектър 15 К” се състои от два основни блока. Единият представлява оптико-механическа конструкция предназначена за насочване и оптическа обработка на изследвания информационен сигнал, след което последния се предава на блок регистрираща на данните, предназначен да извършва оценка на сигнала,

стробира, преобразува го в цифрова индикация и извършва записването на магнитна лента.

Насочването на апаратурата се осигурява от “Визир – прицел 15 К” (фиг. 3), представляващ визирна оптична система (фиг. 2) притежаваща следните оптически характеристики:

1. Увеличение на визир-прицела –  $3,16^x$
2. Зрително поле -  $14^\circ$
3. Диаметър на входящия отвор – 18 мм.
4. Диаметър на изходната зеница – 5 мм.
5. Отдалечение на изходната зеница – 26,7 мм.
6. Разделителна способност – 19 секунди
7. Пределна фокусировка на окуляра на рязкост на изображението  $\pm 4$  дптр.
8. Стойност на най-малкото деление на мрежата:
  - по хоризонтала -  $1^\circ$
  - по вертикала -  $1^\circ$
9. Пропускателна способност  $\tau = 0,52$
10. Геометрично винетиране  $\alpha_\beta = 1,0$
11. Размери на петното на разсейване  $lh = 11'2''$

Фотометричното пресмятане по предложената методика е представено в Таблица 1.



Фиг. 2. Оптична система на  
“Визир – прицел 15 К”

Фиг. 3. Визир – прицел 15 К

Табл. 1. Фотометрични характеристики на Визир прицел 15 К

| №  | Характеристики         | Яркост на фона В [kd/m <sup>2</sup> ] |                      |                      |                      |
|----|------------------------|---------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|    |                        | $B \leq 10^{-4}$                      | $10^{-4} < B < 0,05$ | $0,05 < B < 20$      | $20 < B < 4200$      |
| 1  | $K_d$                  | 5/7                                   | 5/6                  | 1                    | 1                    |
| 2  | $K_\delta$             | 1,3                                   | 1,14                 | 0,9                  | 0,8                  |
| 3  | $N_0$                  | 3,45                                  | 6,2                  | 7,77                 | 8,68                 |
| 4  | $E_H, \text{лк}$       | $10^{-8}$                             | $10^{-7}$            | $10^{-6}$            | $10^{-5}$            |
| 5  | $E_0, \text{лк}$       | $2,9 \cdot 10^{-10}$                  | $1,61 \cdot 10^{-9}$ | $1,29 \cdot 10^{-8}$ | $1,61 \cdot 10^{-7}$ |
| 6  | $N_\beta$              | 3,4                                   | 5,934                | 7,66                 | 8,46                 |
| 7  | $q$                    | 1,33                                  | 1,33                 | 1,33                 | 1,33                 |
| 8  | $\rho$                 | 2,7                                   | 2,7                  | 2,7                  | 2,7                  |
| 9  | $E_\rho$               | $10^{-9}$                             | $10^{-8}$            | $10^{-7}$            | $10^{-6}$            |
| 10 | $N_{\rho, \beta}$      | 2,56                                  | 4,464                | 5,763                | 6,361                |
| 11 | $E_{\rho, \beta}$      | $3,91 \cdot 10^{-9}$                  | $2,24 \cdot 10^{-8}$ | $1,74 \cdot 10^{-7}$ | $1,57 \cdot 10^{-6}$ |
| 12 | $P_{\text{цв. черв.}}$ | 39                                    | 39                   | 20                   | 2,2                  |
| 13 | $E_{\text{цв. черв.}}$ | $1,525 \cdot 10^{-8}$                 | $8,74 \cdot 10^{-8}$ | $3,47 \cdot 10^{-7}$ | $3,46 \cdot 10^{-6}$ |
| 14 | $P_{\text{цв. зелен}}$ | 48                                    | 48                   | 24                   | 3                    |
| 15 | $E_{\text{цв. зелен}}$ | $1,877 \cdot 10^{-8}$                 | $1,08 \cdot 10^{-7}$ | $4,16 \cdot 10^{-7}$ | $4,72 \cdot 10^{-6}$ |

### Оптичен визир В 3х40

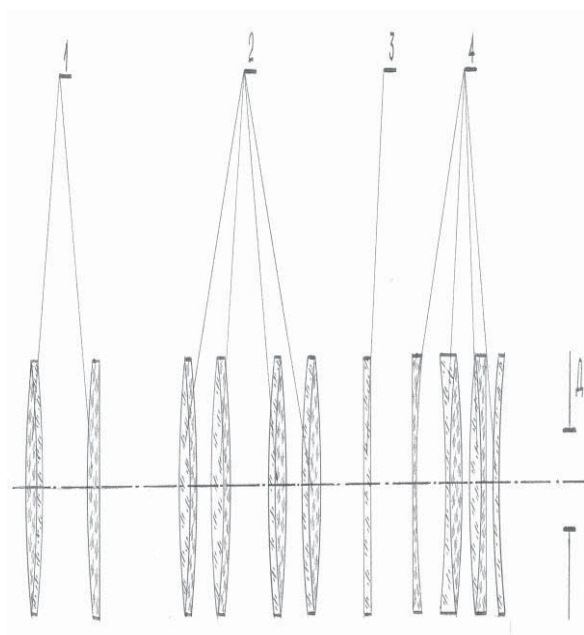
Апаратурата “Дъга” се състои от два основни блока. Единият, наречен ОМ (оптико-механичен), представлява оптико-механическа конструкция, чиято задача е да насочва посредством визираща система електрофотометъра за анализиране мониторинга на атмосферата.

Визир В 3х40 (фиг. 6), чиято оптическа система е представена на фиг. 5, притежава следните технически характеристики:

1. Увеличение на визира – 2,6<sup>x</sup>
2. Зрително поле - 23°
3. Диаметър на входящия отвор – 40 mm.
4. Диаметър на изходната зеница – 6 mm.

5. Отдалечение на изходната зеница – 22,5 mm.
6. Разделителна способност – 23"
7. Предел на фокусиране на окуляра на рязкост  $\pm 4$  dptr.
8. Стойност на най-малкото деление на мрежата:
  - по хоризонтала -  $1^{\circ}30$
  - по вертикала -  $1^{\circ}30$
9. Обща дължина на визира – 380 mm.
10. Тегло на визира – 0,850 kg.

Фотометричните стойности са представени в Табл. 2



Фиг. 4. Оптична система на визира В 3 х 40



Фиг. 5. Визир В 3 х 40

Табл. 2. Фотометрични характеристики на Визир В3х40

| № | Характеристики   | Яркост на фона В [ $\text{kd/m}^2$ ] |                      |                      |                      |
|---|------------------|--------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|   |                  | $B \leq 10^{-4}$                     | $10^{-4} < B < 0,05$ | $0,05 < B < 20$      | $20 < B < 4200$      |
| 1 | $K_d$            | 5/7                                  | 1                    | 1                    | 1                    |
| 2 | $K_\delta$       | 1,3                                  | 1                    | 0,8                  | 0,7                  |
| 3 | $N_0$            | 2,18                                 | 3,94                 | 4,39                 | 5,34                 |
| 4 | $E_H, \text{лк}$ | $10^{-8}$                            | $10^{-7}$            | $10^{-6}$            | $10^{-5}$            |
| 5 | $E_0, \text{лк}$ | $4,59 \cdot 10^{-10}$                | $2,54 \cdot 10^{-9}$ | $2,28 \cdot 10^{-8}$ | $1,87 \cdot 10^{-7}$ |
| 6 | $N_\beta$        | 2,94                                 | 3,88                 | 4,33                 | 5,26                 |

|    |                       |                      |                      |                      |                      |
|----|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 7  | $q$                   | 1,27                 | 1,27                 | 1,27                 | 1,27                 |
| 8  | $\rho$                | 17                   | 17                   | 17                   | 17                   |
| 9  | $E_{\rho}$            | $10^{-9}$            | $10^{-8}$            | $10^{-7}$            | $10^{-6}$            |
| 10 | $N_{\rho,\beta}$      | 2,31                 | 3,06                 | 3,41                 | 4,14                 |
| 11 | $E_{\rho,\beta}$      | $4,33 \cdot 10^{-9}$ | $2,27 \cdot 10^{-8}$ | $2,93 \cdot 10^{-7}$ | $2,42 \cdot 10^{-6}$ |
| 12 | $P_{\text{цв.черв.}}$ | 39                   | 39                   | 20                   | 2,2                  |
| 13 | $E_{\text{цв.черв.}}$ | $1,68 \cdot 10^{-8}$ | $1,28 \cdot 10^{-8}$ | $5,86 \cdot 10^{-7}$ | $5,32 \cdot 10^{-6}$ |
| 14 | $P_{\text{цв.зелен}}$ | 48                   | 48                   | 24                   | 3                    |
| 15 | $E_{\text{цв.зелен}}$ | $2,08 \cdot 10^{-8}$ | $1,56 \cdot 10^{-7}$ | $7,03 \cdot 10^{-7}$ | $7,26 \cdot 10^{-6}$ |



Фиг. 6. Панкратичен визир 8 – 20 x 50

Табл.3. Фотометрични характеристики на Визир 8 – 20 x 50

| № | Характеристики   | Яркост на фона В [kd/m <sup>2</sup> ] |                      |                      |                      |
|---|------------------|---------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|   |                  | $B \leq 10^{-4}$                      | $10^{-4} < B < 0,05$ | $0,05 < B < 20$      | $20 < B < 4200$      |
| 1 | $K_d$            | 5/7                                   | 1                    | 1                    | 1                    |
| 2 | $K_{\delta}$     | 1,34                                  | 1,22                 | 1                    | 0,9                  |
| 3 | $N_0$            | 3,49                                  | 6,31                 | 7,04                 | 8,54                 |
| 4 | $E_H, \text{lk}$ | $10^{-8}$                             | $10^{-7}$            | $10^{-6}$            | $10^{-5}$            |
| 5 | $E_0, \text{lk}$ | $3,77 \cdot 10^{-10}$                 | $2,09 \cdot 10^{-9}$ | $1,68 \cdot 10^{-8}$ | $2,09 \cdot 10^{-7}$ |
| 6 | $N_{\beta}$      | 3,82                                  | 5,04                 | 5,63                 | 6,84                 |

|    |                       |                      |                      |                      |                      |
|----|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 7  | $q$                   | 1,31                 | 1,31                 | 1,31                 | 1,31                 |
| 8  | $\rho$                | 4,3                  | 4,3                  | 4,3                  | 4,3                  |
| 9  | $E_\rho$              | $10^{-9}$            | $10^{-8}$            | $10^{-7}$            | $10^{-6}$            |
| 10 | $N_{\rho,\beta}$      | 2,46                 | 3,36                 | 3,75                 | 4,55                 |
| 11 | $E_{\rho,\beta}$      | $4,30 \cdot 10^{-9}$ | $2,46 \cdot 10^{-8}$ | $1,91 \cdot 10^{-7}$ | $1,73 \cdot 10^{-6}$ |
| 12 | $P_{\text{цв.черв.}}$ | 39                   | 39                   | 20                   | 2,2                  |
| 13 | $E_{\text{цв.черв.}}$ | $1,59 \cdot 10^{-8}$ | $1,76 \cdot 10^{-8}$ | $6,15 \cdot 10^{-7}$ | $5,84 \cdot 10^{-6}$ |
| 14 | $P_{\text{цв.зелен}}$ | 48                   | 48                   | 24                   | 3                    |
| 15 | $E_{\text{цв.зелен}}$ | $2,29 \cdot 10^{-8}$ | $1,72 \cdot 10^{-7}$ | $7,73 \cdot 10^{-7}$ | $7,98 \cdot 10^{-6}$ |





11.1

# ИИРА

ИНСТИТУТ ЗА ИЗОБРЕТЕНИЯ И РАЦИОНАЛИЗАЦИИ

1156 СОФИЯ БУЛ. Г. А. НАСЪР 52 6 ТЕЛЕКС 23412 ИИРА ТЕЛ. 71291

## УДОСТОВЕРЕНИЕ



Издава се на Живко Стоянов Жеков  
в уверение на това, че е съавтор на изобретението Мерник с  
плавно променящо се увеличение  
с регистров № 59921 за което ще бъде издадено авторско свидетелство  
и на основание чл.69 от Закона за изобретенията и рационализациите получава званието

### ИЗОБРЕТАТЕЛ

ползвайки се с правата и облагите дадени от Закона и Правилника за приложението му.

София, 21.05. 86  
.....19...год.

ГЕНЕРАЛЕН ДИРЕКТОР: С

/к. т. н. инж. Кр. Илиев/

Фн

образец 11



## **ФОТОМЕТРИЧНО ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ЕФЕКТИВНОСТТА НА ЕЛЕКТРОННО-ОПТИЧНИ УРЕДИ ЗА МОНИТОРИНГ НА АТМОСФЕРАТА**

Същността на методиката се свежда до изследване на пределната чувствителност при зададени параметри. Стойността, характеризираща чувствителността на уреда се изразява посредством пределната енергетична осветеност на входното отворствие с отношението сигнал/шум, или пределното значение на потока излъчван от обекта, при зададено ниво на шумовете.

Методиката на енергетично изследване на електронно-оптични визири има съществени особености в сравнение с тази на оптични и оптико-електронни уреди. Тъй като електронно-оптичният уред се състои от оптични, фотоелектронни, електротехнически и луминисцентни устройства, то при определяне на параметрите е необходимо да се използват различни способности за изследване и съгласуване характеристиките на посочените устройства. За всеки от способите е необходимо да се отчита обема и характера на необходимата информация за изследвания обект, позволяваща да се открие обекта, да се определят неговите граници или да се осигури подробно изучаване на неговата структура. В зависимост от тези условия се изменя не само диапазона на изследваните предмети, но и последователността на етапите на енергетични пресмятания [1...3].

При откриване на отдалечени обекти, необходимо е да се конкретизират следните условия:

- пределна контрастна яркост на зеницата на окото на наблюдателя;
- светотехнически характеристики на изследвания обект;
- отчитане влиянието на атмосферата;
- изследване на пределната осветеност на фотокатода от предполагаемо излъчване от обекта и фона около него;
- съпоставяне на получените резултати с пределната контрастна чувствителност на окото при зададени условия на наблюдение.

С цел определяне на ефективността на електронно-оптичните уреди е предложена методика, разработена на базата на теоретични изследвания и проведени експерименти от автора, осигурява изследване възможността за откриване на отдалечени обекти в условия на различна яркост на фона.

1. Определяне на ефективната енергетична осветеност на изображението на фотокатода  $E_{ef\,fk}$  :

$$(15) \quad E_{ef\,fk} = \frac{A_{ob}}{n\Gamma^2 L^2} \int_{\lambda_0}^{\lambda_k} (\sqrt{\lambda} + \rho_{\lambda} e_{\lambda}) \tau_{\lambda_f} \tau_{\lambda_{op}} \tau_{\lambda_{atm}} d\lambda ,$$

където:  $A_{ob}$  — площ на входното отворствие на обектива;

- $\Gamma$  – увеличение на оптичната система;
- $e_{\lambda}$  – енергетична осветеност на входното отверстие;
- $L$  – разстояние за наблюдение;
- $\lambda_0 \dots \lambda_k$  – спектрален диапазон на изследването;
- $\rho_{\lambda}$  – спектрален коефициент на отражените филтри;
- $\tau_{\lambda_f}$  – спектрално пропускане на приложените филтри;
- $\tau_{\lambda_{op}}$  – спектрално пропускане на оптичната система;
- $\tau_{\lambda_{atm}}$  – спектрално пропускане на атмосферата.

2. Определяне влиянието на външните шумови флуктуации върху яркостта на изображението посредством коефициента  $K_{sch_i}$ , определящ контраста на изображението:

$$(16) \quad K_{sch_i} = \frac{1}{2N_{fk}} \sqrt{\frac{t}{2\lambda} S_{\lambda_{max}} E_{ef_{fk}}},$$

- където:  $N_{fk}$  – квантов изход на фотокатода;  
 $t$  – време за експеримента;  
 $S_{\lambda}$  – спектрална чувствителност на фотокатода.

3. Определяне на коефициента, характеризиращ отношението сигнал/шум за тъмновия ток  $K_{sch_t}$ :

$$(17) \quad K_{sch_t} = \frac{E_{ef_{fk}} S_{\lambda_{max}}}{J_t},$$

- където:  $J_t$  – тъмнови ток на фотокатода;  
 $S_{\lambda_{max}}$  – максимална спектрална чувствителност на фотокатода.

4. Определяне на отношението сигнал/шум при отчитане на шумовете от усилването на информационния сигнал от електронно-оптичния преобразувател и тъмновия ток:

$$(18) \quad K_{sch} = \frac{E_{ef_{fk}} S_{\lambda_{max}} \sqrt{t}}{\sqrt{4e_{\lambda} N_{fk}^2 E_{ef_{fk}} S_{\lambda_{max}} + J_t^2}}.$$

5. Определяне на яркостта на фона  $B'$  на изхода на електронно-оптичния визир:

$$(19) \quad B' = K_{sch} \left( \frac{\tau_{\lambda_{op}} K_d^2 K_b}{4\Gamma_{EOP}^2} \right) \left( \frac{D}{f'_{ob}} \right)$$

- където:  $K_d$  – коефициент, отчитащ ефекта на Стайлс-Кроуфорд;

- $K_b$  – коефициент, отчитащ използване зеницата на окото;  
 $\Gamma_{EOP}$  – оптично увеличение на електронно – оптичния преобразувател;  
 $D$  – диаметър на входното отверстие;  
 $f'$  – задно фокусно разстояние на обектива.

6. Определяне диаметъра на зеницата на окото на наблюдателя и на коефициентите  $K_d$  и  $K_b$  за  $B'$ .  
 7. Определяне на степенния показател  $n$  и  $n'$  съответно за  $B$  и  $B'$ .  
 8. Определяне на ефективната осветеност  $E_{ef_{fk}}$  на обекта върху фотокатода:

$$(20) \quad E_{ef_{fk}} = \frac{2e_{\lambda} N_{fk}^2 K_{sch} + K_{sch} \sqrt{4e^2 N_{fk}^4 + J_t^2 t}}{t S_{\lambda_{\max}}}.$$

9. Определяне на ефективната осветеност на фоновото изображение върху фотокатода:

$$(21) \quad E_{ef_{fk_{fon}}} = \frac{A_{ob} R_{ef}}{n A_{fk}},$$

- където:  $R_{ef}$  – енергетична осветеност на обекта;  
 $A_{fk}$  – площ на фотокатода на електронно-оптичния преобразувател.

10. Определяне контраста на изображението  $K$ :

$$(22) \quad K = \frac{E_{ef_{fk_{ob}}} + E_{ef_{fk_{fon}}}}{E_{ef_{fk_{ob}}} - E_{ef_{fk_{fon}}}}.$$

11. Определяне на пределния контраст  $K'$  на изображението:

$$(23) \quad K' = \frac{1 + K}{1 - K}.$$

12. Определяне на ефективността  $N_{EOV}$  на електронно-оптичния визир:

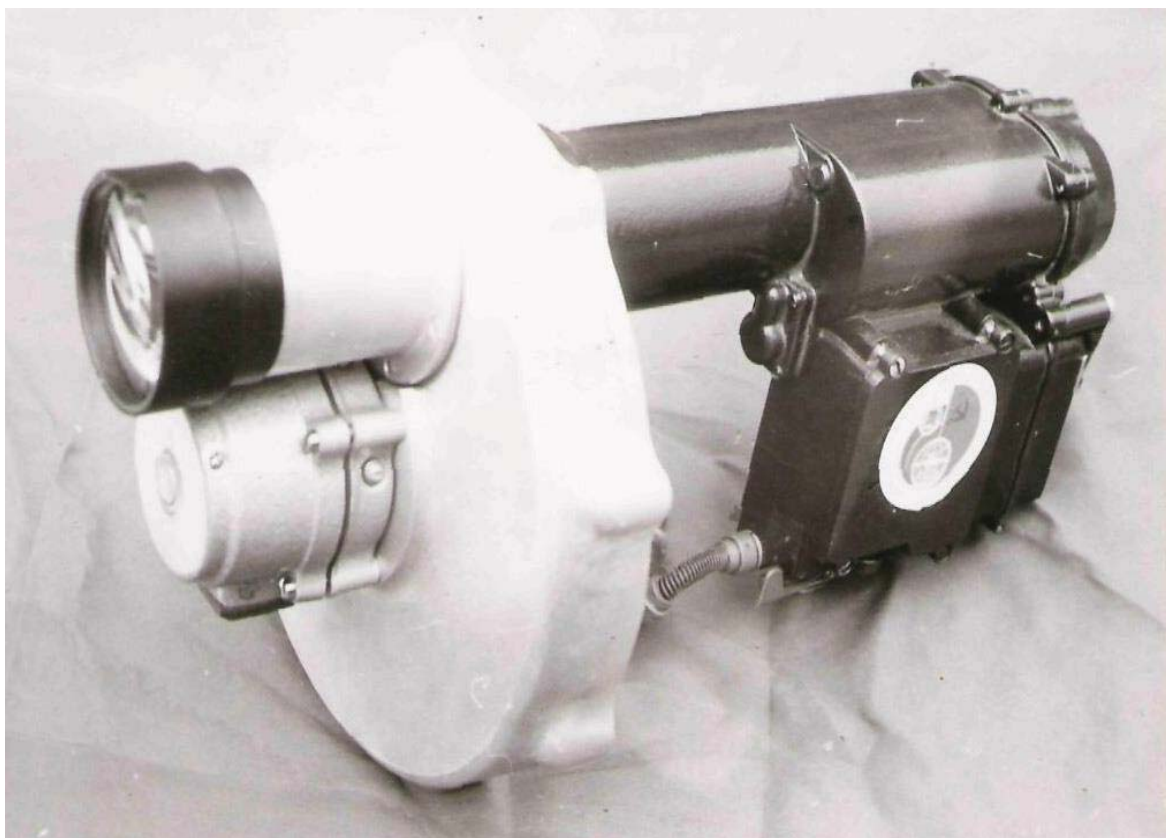
$$(24) \quad N_{EOV} = \frac{K' A_{ob} (D^2 t K_d^2 K_b)^{1-n'} (\Gamma_{EOP} f'_{ob})^{2n'}}{0,25^n 4 (f'_{ob})^2},$$

- където:  $n$  – степенен показател, характеризиращ влиянието на яркостта на фона.

13. Определяне на пределната осветеност  $E_{EOV}$  на визира:

$$(25) \quad E_{EOV} = E_H / N_{EOV},$$

където:  $E_H$  – наблюдавана пределна осветеност с невъоръжено око.  
С използване на предложената методика са проведени експериментални изследвания на електронно-оптични уреди – фиг.7. и фиг.8. и в таблица 3 са представени резултати от примерна реализация на електронно-оптичен уред Паралакс, представен на фиг. 7.



Фиг. 7. Електронно-оптичен визир за изследване на определени емисии на атмосферата в близката ИЧ част от оптичния спектър

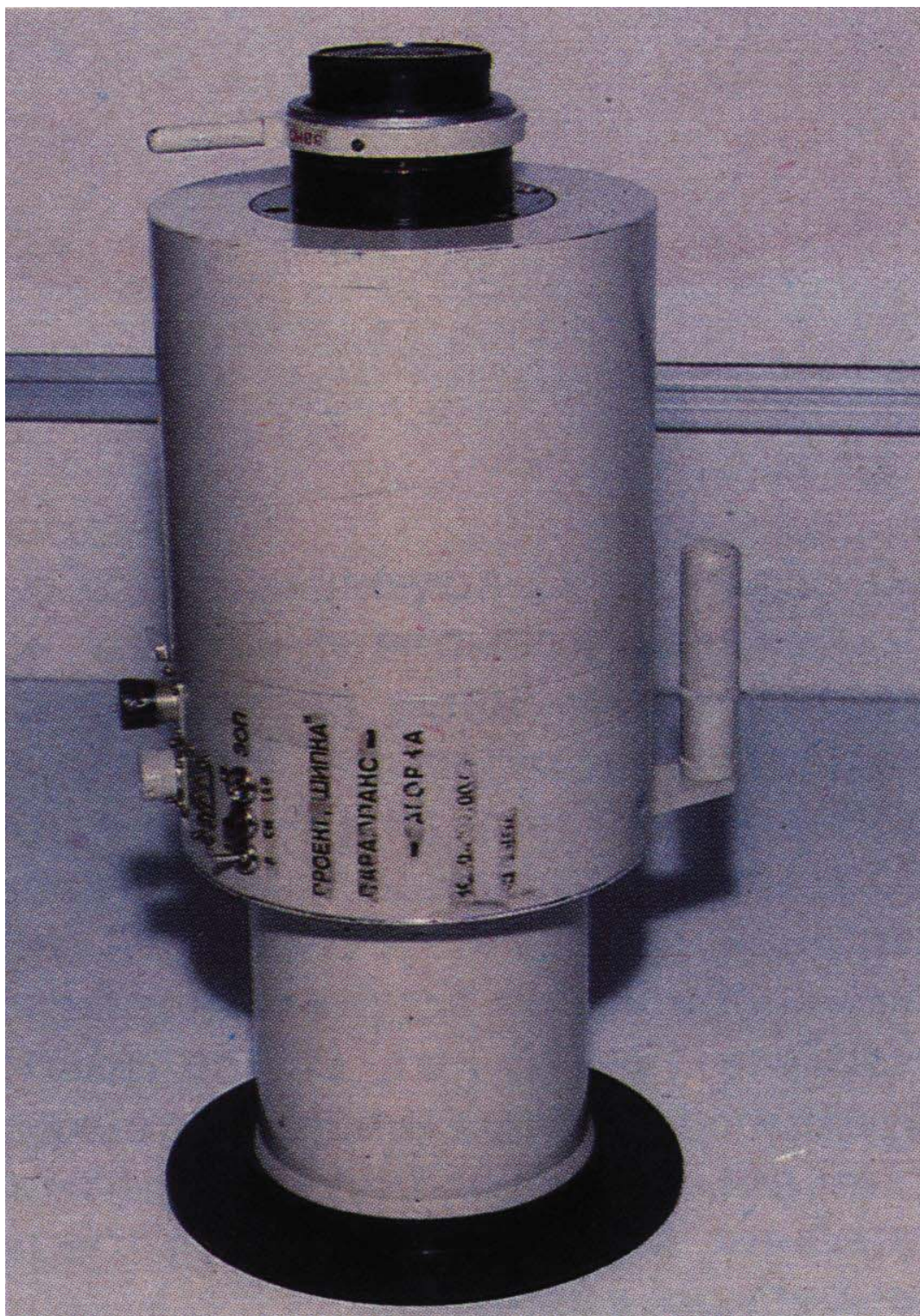


Фиг. 8. Електронно-оптичен уред Паралакс

Таблица 3. Фотометрични характеристики на електронно-оптичен уред Паралакс.

| № по ред | Характеристики | Яркост на фона [ $cd/m^2$ ] |                       |
|----------|----------------|-----------------------------|-----------------------|
|          |                | $B = 1 \cdot 10^{-5}$       | $B = 1 \cdot 10^{-3}$ |
| 1        | $E_{ef_{fk}}$  | 5,88                        | 5,88                  |
| 2        | $K_{sch_i}$    | 0,12                        | 0,12                  |
| 3        | $K_{sch_t}$    | 0,02                        | 0,04                  |
| 4        | $K_{sch}$      | 0,19                        | 0,19                  |
| 5        | $B'$           | $7,7 \cdot 10^{-6}$         | $7,8 \cdot 10^{-2}$   |
| 6        | $K_d$          | 1                           | 1                     |
| 7        | $K_b$          | 1                           | 1                     |
| 8        | $\eta$         | 0                           | 0,24                  |
| 9        | $n'$           | 0                           | 0,53                  |
| 10       | $E_H$          | $10^{-8}$                   | $10^{-7}$             |
| 11       | $K'$           | 1,45                        | 1,56                  |
| 12       | $N_{OEV}$      | 44                          | 44                    |
| 13       | $E_{EOV}$      | $2,75 \cdot 10^{-11}$       | $4,07 \cdot 10^{-9}$  |





Фиг. 9. Паралакс Загорка





II.2

# ИНРА

ИНСТИТУТ ЗА ИЗОБРЕТЕНИЯ И РАЦИОНАЛИЗАЦИИ

1158 СОФИЯ БУЛ. Г. А. НАСЪР 52 6 ТЕЛЕКС 23412 ИНРА ТЕЛ. 71291

## УДОСТОВЕРЕНИЕ



Издава се на Живко Стоянов Жеков  
в уверение на това, че е съавтор на изобретението Фотоелектричен  
преобразувател БГЪЛ-КОД

с регистров № 67387 за което ще бъде издадено авторско свидетелство 38777  
и на основание чл.69 от Закона за изобретенията и рационализациите получава званieto

ИЗ О Б Р Е Т А Т Е Л

ползвайки се с правата и облагите дадени от Закона и Правилника за приложението му.

София, 21.05. 1986 год.

ГЕНЕРАЛЕН ДИРЕКТОР



Т.Н.Ив. Кр. Илиев /

*Ph*

образец 11



## МЕТОДИ И СРЕДСТВА ЗА МОНИТОРИНГ НА АТМОСФЕРАТА ПОСРЕДСТВОМ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННА АПАРАТУРА

### **ИМПУЛСНА ФОТОМЕТРИЧНА АПАРАТУРА “ТЕРМА”**

Необходимостта от провеждане на научни изследвания от орбитални станции и подспътникови измервания наложи разработването на широк спектър от научно-изследователска апаратура.

Импулсна фотометрична апаратура “Терма” е предназначена за изследване с високо пространствена и времева разделителна способност на разпределението на интензивността на естествените оптични емисии в земната атмосфера и на светлинните смущения в околността на орбитална станция „Мир”. Високата спектрална чувствителност и пространствена разделителна способност позволява изучаването на бързо изменящи се области на светене, като окултиращи звезди, гръмотевична дейност, пулсиращи полярни сияния, полярни дъги и др.

Информацията от импулсна фотометрична апаратура „Терма” (фиг. 24), във вид на поток от фотони се преобразува, формира се и се предава посредством електронно – цифров блок към бордовата система за събиране и обработка на данни „Зора”.

#### **Технически характеристики**

Спектрален диапазон на интегралния канал: 200 – 630 nm.

Брой тесноивични спектрални канали 4.

Средна ширина на фотометричния канал  $2,5 \pm 1$  nm на ниво 0,5.

Основен обектив – афокален с входно отворстие 82 mm.

Ъгли на зрителното поле: 15', 30', 1°, 2°.

Ъгъл на зрителното поле на визира 23°.

Увеличение на визира 2,6<sup>x</sup>

Праг на чувствителност на апаратурата без интерференчни филтри – 10R (релея) при дължина на вълна 600 nm.

Коефициент на пропускане на интерференчни филтри:  $\tau = 30\%$

Временна константа:  $10^{-4}$  s.

Динамичен диапазон на измерване с апаратурата :  $2 \cdot 10^5$ .

Диапазон на насочване на апаратурата в носача  $\pm 8^\circ$ .

Момент на въртене на апаратурата в носача 100 g/sm.

Енергопотребление  $\leq 30$  Wt

Маса на апаратурата без контейнер 8 kg

Маса на контейнера 5 kg

Маса на запасни индивидуални принадлежности 1 kg

Габаритни размери на апаратурата 540 x 315 x 315 mm.



Фиг. 10. Външен вид на импулсна фотометрична апаратура „Терма”

**Режим на работа на апаратурата:** избор на скорост на запис на информацията, избор на чувствителност, размер на диафрагмата, време за провеждане на измерването и положение на апаратурата.

Оптималният режим е възможен само при условие, че е налице априорна информация за изследваната (изучаваната) нееднородност. За разлика от количествените измервания, качествените измервания показват динамиката на изменение и свойствата на изучавания обект. Това налага по-подробното разглеждане на особеностите на приложението и използване на фотометричните методи.

Осветеността на определена точка в равнината на изображението на оптико-електронния тракт, при отсъствие на нееднородност се определя от израза:

$$(26) \quad E(x, y) = \iint E(x, y, \xi, \eta) \tau(\xi, \eta) d\xi d\eta,$$

където:  $(x, y)$  — координати в равнината на изображението;  
 $(\xi, \eta)$  — координати в равнината на диафрагмата;  
 $\tau(\xi, \eta)$  — светопропускане през диафрагмата в зависимост от положението на което е настроена;  
 $E(x, y, \xi, \eta)$  — стойност на светлинния поток, постъпващ върху точка от равнината на изображението с координати  $(x, y)$ .

Изследваната нееднородност отклонява светлинните лъчи и променя изображението, образувано от лъчи, преминаващи през всяка точка от нееднородността. Осветеността за разглежданата точка от изображението  $E^l(x, y)$  ще бъде равна на:

$$(27) \quad E^l(x, y) = \iint E\{x, y[\xi + ef \cos \alpha][\eta + ef \sin \alpha]\} \tau(\xi, \eta) d\xi d\eta,$$

където:  $\varepsilon$  — ъгъл на отклонение на светлинните лъчи в точка от нееднородността в съответстващ участък на изображението с координати  $(x, y)$ ;  
 $\alpha$  — ъгъл, определящ направлението на отклонение на светлинния лъч от същата точка на нееднородността;  
 $f$  — фокусно разстояние на обектива на фотометричната част.

Ако функцията  $E^l(x, y)$  се изменя плавно с изменение на  $\xi$  и  $\eta$ , то при малки ъгли на отклонение на светлинните лъчи, чувствителността  $G$  може да се представи във вида:

$$(28) \quad G = \frac{dE^l}{Ed\varepsilon} = \frac{f \int \int \left[ \frac{dE}{d\xi} \cos \alpha + \frac{dE}{d\eta} \sin \alpha \right] \tau(\xi, \eta) d\xi d\eta}{\int \int E(x, y, \xi, \eta) \tau(\xi, \eta) d\xi d\eta},$$

$$(29) \quad G = G_\xi \cos \alpha + G_\eta \sin \alpha,$$

където:  $G_\xi, G_\eta$  - чувствителност при измервания при отклонение на светлинните лъчи по осите  $\xi$  и  $\eta$ .

За улеснение израз (29) може да бъде представен във вида:

$$(30) \quad G = G_\xi \left( \cos \alpha + \frac{G_\eta}{G_\xi} \sin \alpha \right).$$

В резултат на действието на нееднородността произтича допълнително преместване на изображението на източника на светлина в направление, характеризиращо се с ъгъл  $\beta$ .

Осветеността на точка от изображението без нееднородност е равна на:

$$(31) \quad E = \delta_0 h_a,$$

където:  $h_a$  - размер на проекцията на осветената част от равнината  $(\xi, \eta)$  по направление, перпендикулярно на вектора на изместване на изображението на източника на светлина спрямо диафрагмата.

При наличие на нееднородност, осветеността на изображението  $E^l$  се променя и става:

$$(32) \quad E^l = \delta^l h_\gamma,$$

$$\text{където:} \quad (33) \quad \delta^l = \sqrt{\varepsilon^2 f^2 + \delta^2 + 2\varepsilon f \delta_0 \cos(\alpha - \beta)},$$

$$(34) \quad h_\gamma = \alpha + \arccos \frac{\delta_0 + \varepsilon f \cos(\alpha - \beta)}{\sqrt{\varepsilon^2 f^2 + \delta_0^2 + 2\varepsilon f \delta_0 \cos(\alpha - \beta)}}.$$

Чувствителността на измерване при  $\varepsilon \rightarrow 0$  е равна на:

$$(35) \quad G = \frac{f}{\delta_0} \left[ \cos(\alpha - \beta) - \frac{dh_a}{d\alpha} \cdot \frac{\sin(\alpha - \beta)}{h_a} \right].$$

$$\text{Но доколкото:} \quad (36) \quad G_\xi = \frac{f}{\delta_0} \left[ \cos \alpha - \frac{dh_a}{d\alpha} \cdot \frac{\sin \alpha}{h_a} \right].$$



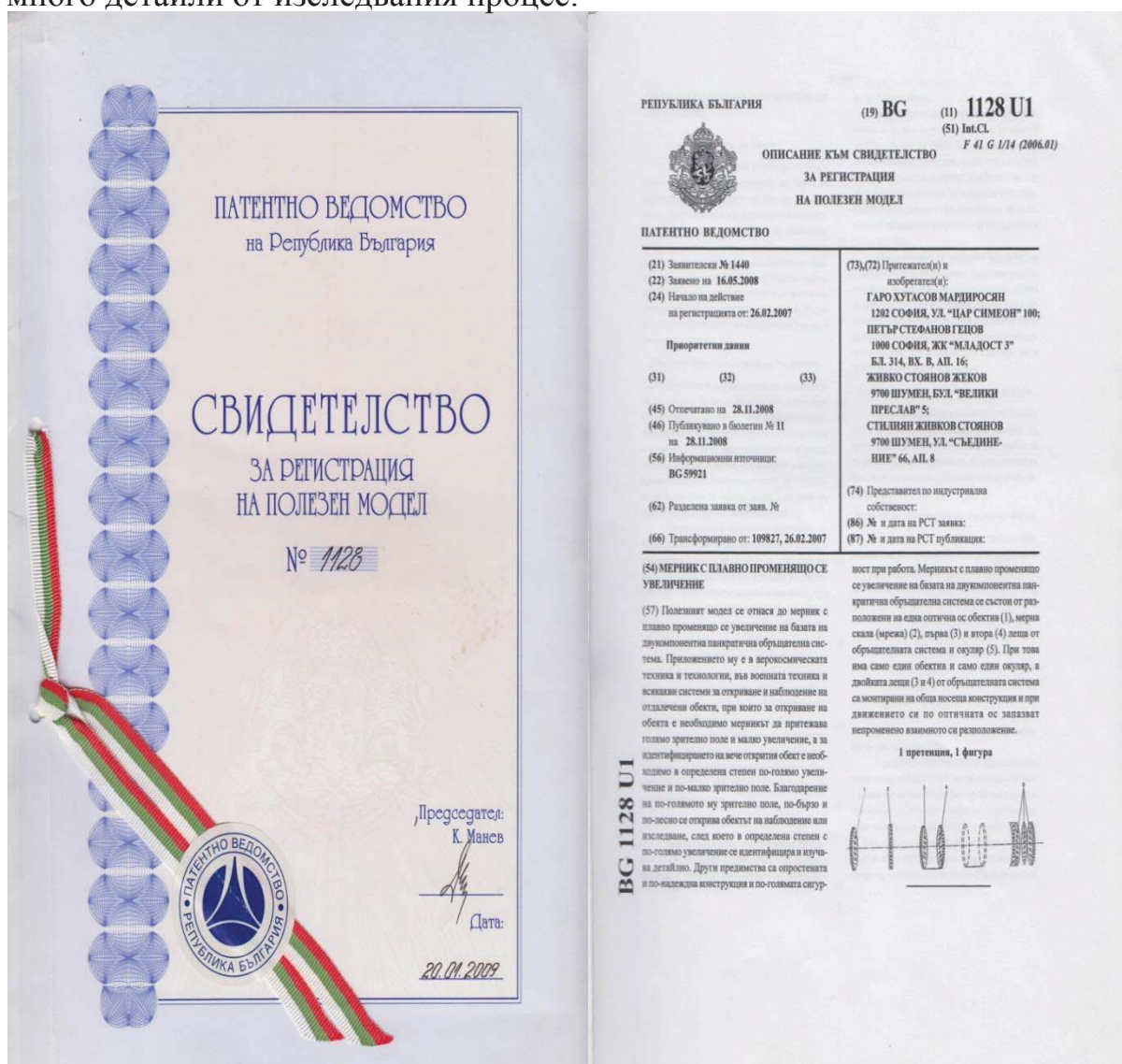
$$(37) \quad G_{\eta} = \frac{f}{\delta_0} \left[ \sin \alpha - \frac{dh_a}{d\alpha} \cdot \frac{\cos \alpha}{h_a} \right].$$

$$\text{то: } (38) \quad G = G_{\xi} \cos \beta + G_{\eta} \sin \beta.$$

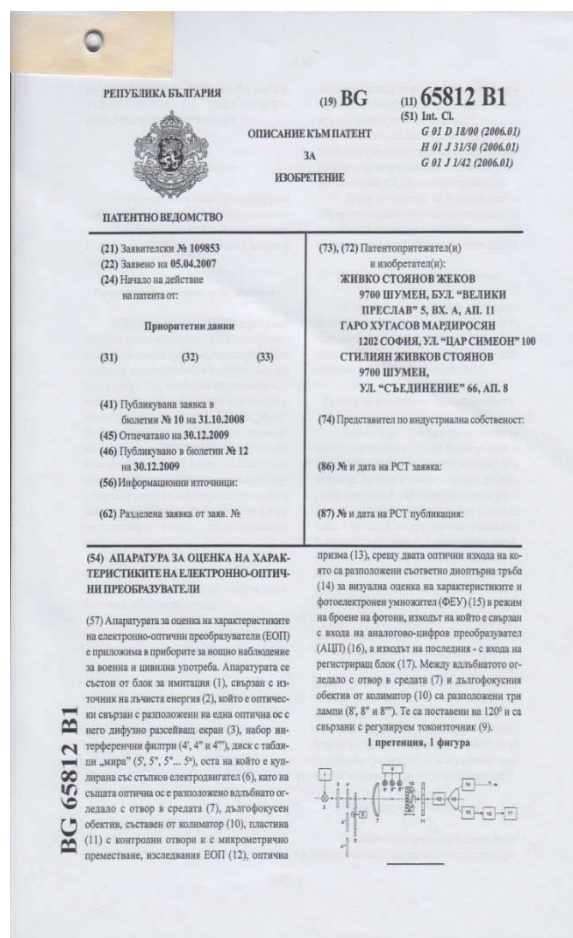
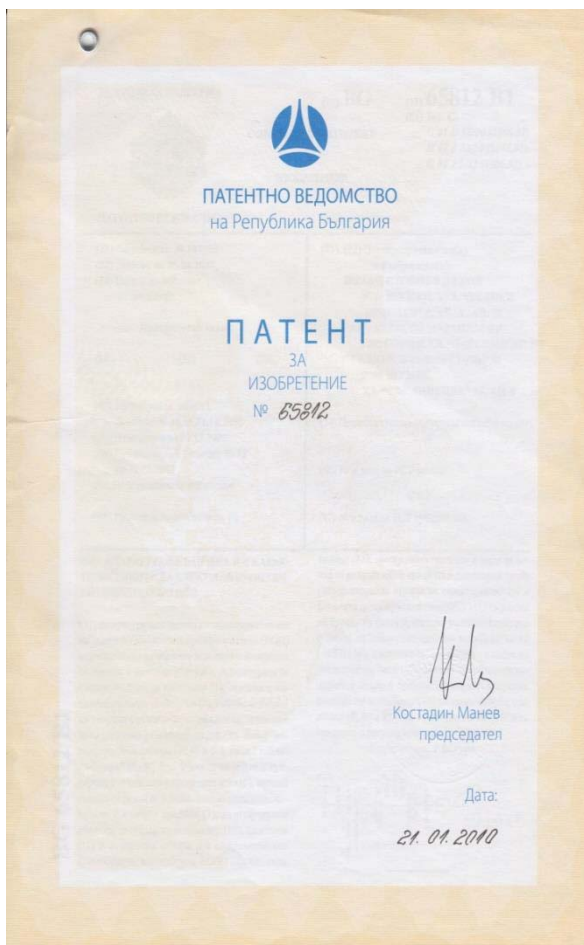
При кръгла диаграма  $\frac{dh_a}{d\alpha} = 0$  и тогава:

$$(39) \quad G = \frac{f}{\delta_0} \cos(\alpha - \beta).$$

При използване на изведените съотношения следва да се има предвид, че те са в сила за бързопротичащи процеси с малки ъглови отклонения. Приложението на сменни диафрагми в апаратурата, позволява получаване на максимално количество информация за един експеримент, и обратно при неправилен избор на размера диафрагма, могат да не се забележат много детайли от изследвания процес.







## *САТЕЛИТЕН СПЕКТРОФОТОМЕТЪР ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ОБЩОТО СЪДЪРЖАНИЕ НА АТМОСФЕРНИЯ ОЗОН*

Разработен е сателитен спектрофотометър за изследване на общото съдържание на атмосферния озон, съдържащ спектрален, електронен и фотометричен канал.

Предимствата му са повишена точност, по-малка маса и енергопотребление, повишени пространствена и времева разделителна способност, бързодействие, подобрена надеждност и увеличен обем на полезната информация.

На фиг. 11 е представена блокова схема на сателитен спектрофотометър за изследване на общото съдържание на атмосферния озон и други малки газови съставлящи на атмосферата.

Сателитният спектрофотометър за изследване на малки газови съставлящи на атмосферата се състои от светозащитна бленда 1, разположена пред плоско сканиращо огледало 2 с монтиран в него еталонен източник 3, които обслужват фотометричния и спектрометричния канал и представляват входна сканираща система, управлявана от стъпков електродвигател 22, който чрез зъбна предавка 23 е свързан механично със сканиращото огледало 2 и електрически с фотоелектричен преобразувател ъгъл-код 24 за осъществяване на обратната връзка. Срещу сканиращото плоско огледало 2 на същата оптична ос е разположено вдлъбнатото огледало 5, а между тях е монтирана неподвижно отражателна призма 4, насочваща част от оптичния сигнал към спектрометричния, а друга част - към фотометричния тракт на спектрофотометъра. Вдлъбнатото огледало 5 от спектрометричния тракт е оптически свързано с плоско огледало 6, което от своя страна - през входен процеп 7 и посредством вдлъбнатото огледало 8 - с дифракционна решетка 9, монтирана на подвижен носач 10, и от нея през камерен обектив 11 и изходен процеп 12 със сензор 13. Отражателната призма 4 е оптически свързана и с фотометричния тракт, а именно през плоско огледало 14, обектив 15, интерференчен филтър 16 и оптична леща 17 със сензор 18. Сензорите 13 и 18 съответно от спектрометричния и фотометричния тракт са свързани с микропроцесорна система (МПС) 19 през аналого-цифрови преобразуватели (АЦП) съответно 20 и 21. Стъпковият електродвигател 25 посредством механичен блок 26 е свързан механично с носача 10 на дифракционна решетка 9, а фотоелектричният преобразувател ъгъл-код 27 е свързан електрически с електродвигателя 25.

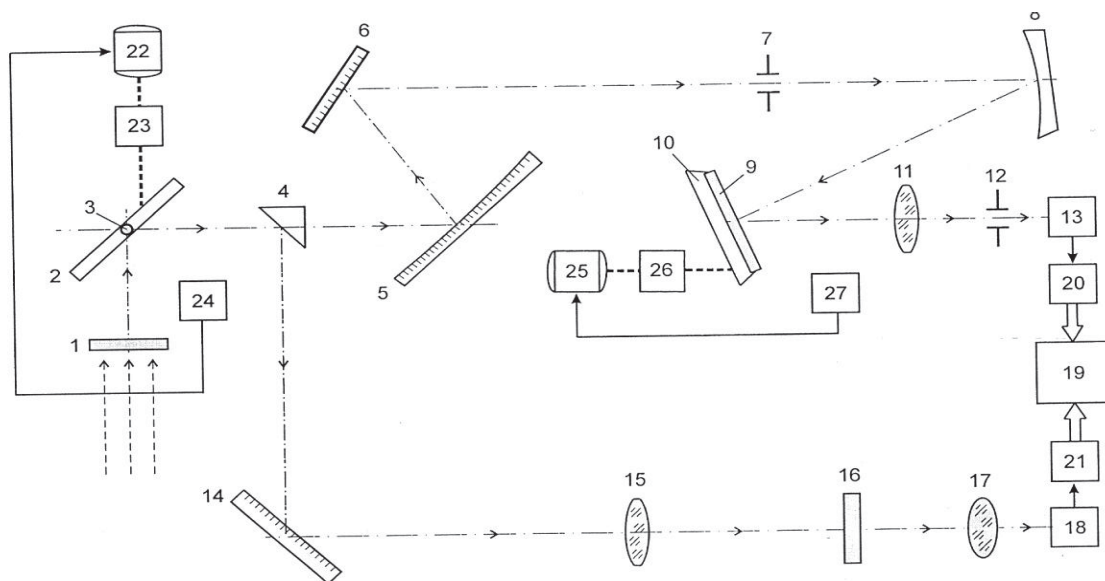
Действието на спътниковия спектрофотометър се заключава в следното: плоското сканиращо огледало 2, задвижвано от стъпковия електродвигател 22 и зъбната предавка 23 осъществява сканиране на ъгъл  $\beta = \pm 45^\circ$ , което се

регламентира посредством обратната връзка, осъществена от фотоелектричния преобразувател ъгъл-код 24. Оптичният сигнал, отразен от вдлъбнатото огледало 5 и плоското огледало 6 през входен процеп 7 попада на вдлъбнатото огледало 8 и от него паралелен сноп лъчи се подава към дифракционната решетка 9, монтирана върху носача 10. Монохроматичният сигнал от дифракционната решетка 9 преминава през камерния обектив 11 и изходен процеп 12 и попада върху сензор 13. Електрическият сигнал от изхода на сензора 13 се преобразуван в цифров вид в АЦП 20 и се подава в 8-разряден двоичен код за обработка в МПС 19. Плавното сканиране на дифракционна решетка 9, монтирана върху подвижния носач 10 се осъществява чрез механичния блок 26, куплиран със стъпковия електродвигателя 25, а обратната връзка за положението на дифракционната решетка 9 се осигурява чрез фотоелектричния преобразувател ъгъл-код 27.

Част от оптичния сигнал от отражателната призма 4 постъпва и във фотометричния канал и отразен от плоското огледало 14 попада през обектива 15 върху интерференчния филтър 16. Оттам монохроматичният оптичен сигнал през леща 17 се фокусира върху сензора 18. Полученият в него електрически сигнал се подава към АЦП 21 и във вид на 8-разряден двоичен код постъпва в МПС 19.

Вътрешната калибровка на спектрометричния и фотометричния тракт се осъществява при затворена светозащитна бленда 2, при което сигналът от еталонния калибровъчен източник 3 се регистрира като минимална прагова чувствителност на апаратурата. Външната калибровка на спектрофотометъра се осъществява чрез завъртване на входно сканиращата система на  $180^\circ$  от основното положение ( $0^\circ$ ), т.е. по посока на слънчевия диск. Функционалната схема позволява изследвания спектрален диапазон да се сканира непрекъснато или дискретно без да се променя режима на задвижване на дифракционната решетка 9, а чрез селективно разрешение за пропускане на електрични сигнали във функция от моментното ѝ ъглово положение, отчитано от фотоелектрическия преобразувател ъгъл-код 27.



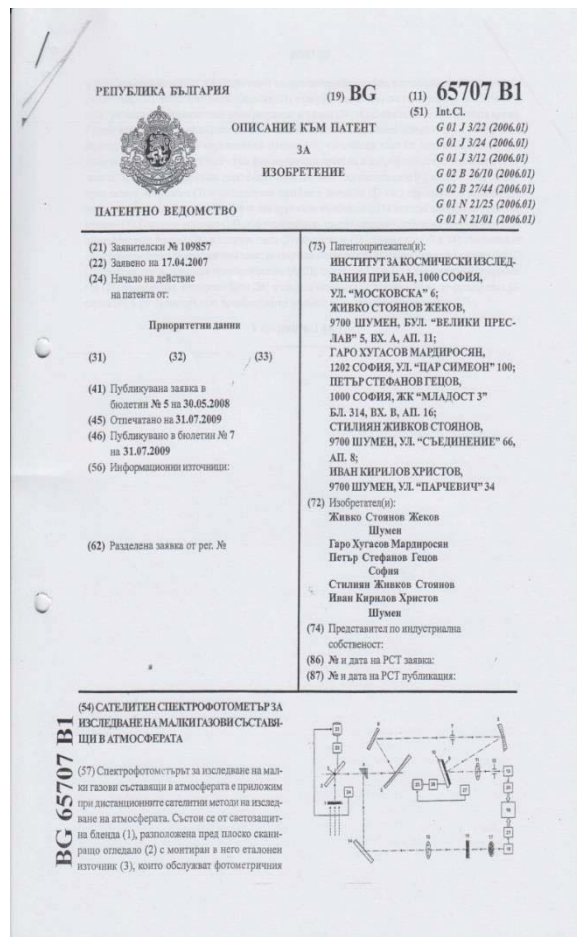
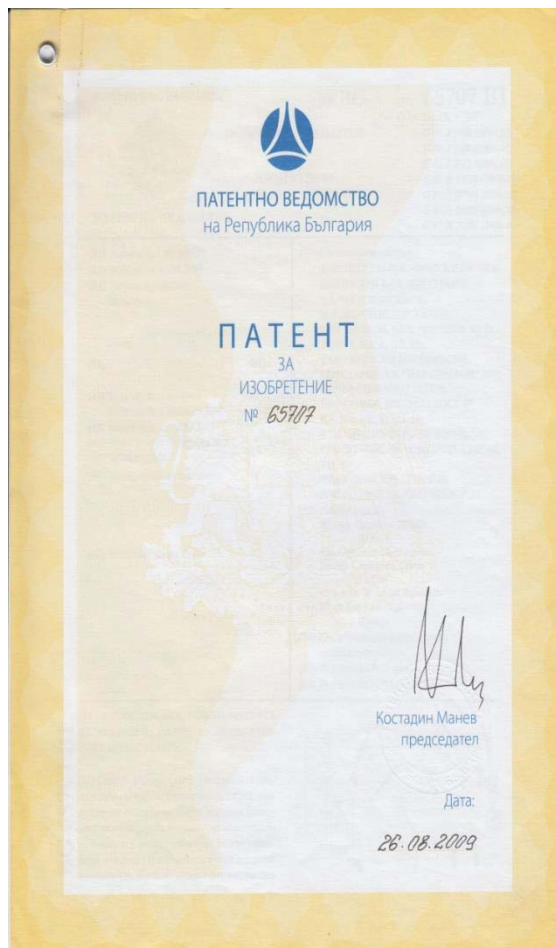


Фиг.11. Спектрофотометър за изследване общото съдържание на атмосферния озон и други малки газове съставлящи на атмосферата



Фиг. 12. Спектрофотометър за изследване на общото съдържание на атмосферния озон

Измерителният процес и регистрацията са напълно автоматизирани. Външният вид на разработения спектрофотометър за изследване на общото съдържание на атмосферния озон е представен на фиг. 12.



### ТЕЛИТЕН СПЕКТРОФОТОМЕТЪР ЗА МОНИТОРИНГ НА АТМОСФЕРАТА

Спектрофотометърът е предназначен за изследване на спектралните и енергетични характеристики на атмосферата и по-специално на озона, серния диоксид и други газове (фиг. 11).

Спектрофотометърът за изследване на атмосферата се състои от стъпков двигател 1, който чрез кинематичен блок 2 е свързан с две механични оси 3 и 4. На оста 3 е монтиран отражателен елемент 11, а на оста 4 - отражателен елемент 21. Двата отражателни елемента 11 и 21 са свързани по такъв начин, че при сканиращото си движение техните отражателни равнини остават взаимно успоредни.

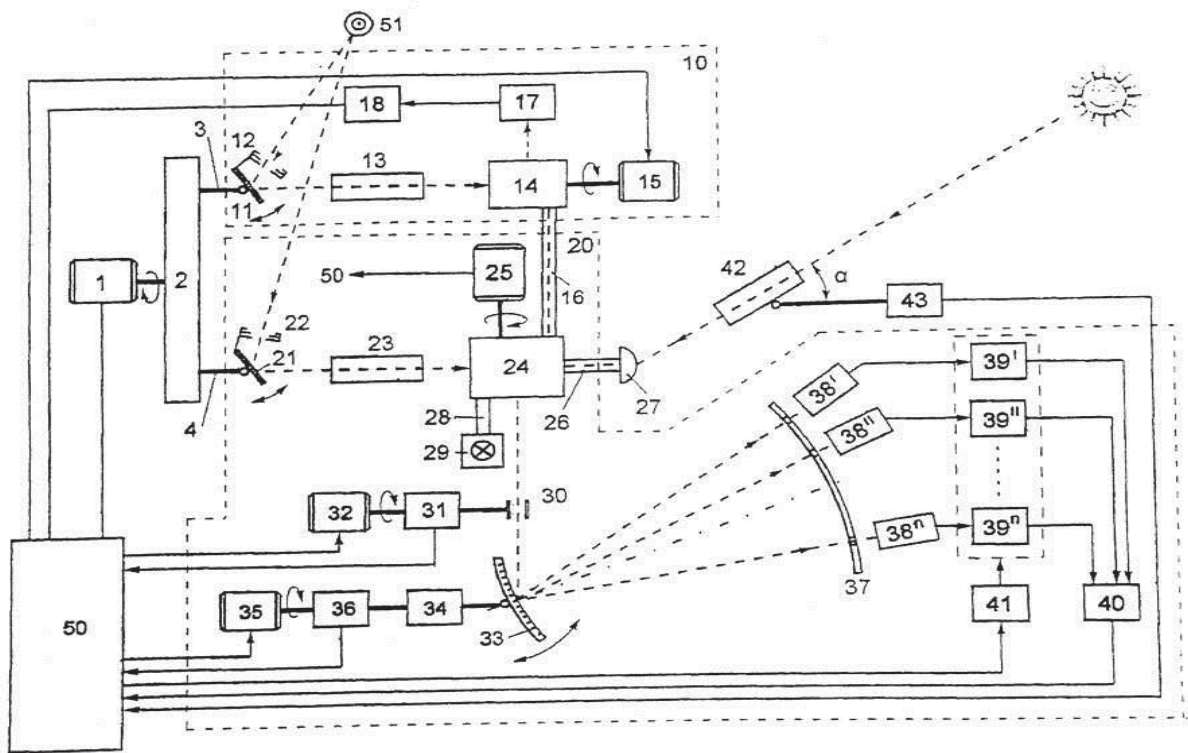


Пред отражателните елементи са разположени две светозащитни (противоотражателни) бленди, съответно 12 и 22, през които преминава лъчението от изследвания обект 51.

Върху оптичната ос на отражателния елемент 11 са разположени последователно обектив 13 и оптичен разклонител 14, механично свързан със стъпков електродвигател 15, управ-ляван от микропроцесорна система 50. На единия изход на оптичния разклонител 14 е монтирано началото на световод 16, а пред другия изход е разположен фотоприемник 17, чийто изход е свързан електрически с блок за обработка на сигналите 18, от своя страна, изходът на който е свързан с микропроцесорната система 50. Блоковете 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 и 18 образуват фотометричния тракт 10 на спектрофотометъра. По аналогичен начин върху започващата от отражателния елемент 21 оптична ос на спектрометричния тракт 20 са разположени последователно обектив 23 и оптичен разклонител 24, механично свързан със стъпков електродвигател 25, електрически свързан също с микропроцесорната система 50. Единият вход на оптичния разклонител 24 е свързан оптически с обектива 23, във втория вход е включен край на световода 16, третият вход посредством световод 26 е свързан с фотопреобразувател 27, а четвъртият е свързан посредством световод 28 с еталонен източник 29. Пред изхода на оптичния разклонител 24 е разположена входната диафрагма 30, свързана механично посредством редуктор 31 със стъпков електродвигател 32, който е свързан електрически с микропроцесорната система 50. По оптичната ос от изхода на оптичния разклонител 24, минаваща през диафрагмата 30 е разположена вдлъбната дифракционна решетка 33, механично свързана чрез редуктор 34 със стъпков електродвигател 35, свързан електрически с микропроцесорната система 50. На оста на електродвигателя, между него и редуктора 34 е монтиран неподвижен преобразувател "ъгъл-код" 36, чийто изход също е свързан с микропроцесорната система 50. Срещу вдлъбнатата дифракционна решетка 33 е разположен кръг на Роланд 37, зад изходящите процепи на който са разположени фотоприемници 38', 38'', 38''' ... 38n, изходите на които са свързани електрически съответно с блокове за обработка на сигнала 39', 39'', 39'''... 39n, чиито изходи са включени към входовете на мултиплексора 40. Изходът на мултиплексора 40 е свързан електрически с микропроцесорната система 50. Към блоковете за обработка на сигнала 39', 39'', 39'''... 39n е свързан атенюатор – превключвател на обхват 41. Пред фотопреобразувателя 27 е разположена следяща система 42, насочена към Слънцето и механично свързана с преобразувател "ъгъл-код" 43, изходът на който е свързан електрически към микропроцесорната система 50. Блокове от 21 до 41 образуват спектрометричния тракт 20 на спектрофотометъра.

Действието на спектрофотометъра включва следните моменти: светлинният поток, излъчен или отразен от изследвания обект 51, преминава през светозащитните бленди 12 и 22 и попада съответно върху отражателните елементи 11 и 21 на сканиращата система. Предназначението на светозащитните бленди 12 и 22 е да предпазят обективите 13 и 23 от странично осветяване. Отражателните сканиращи елементи 11 и 21, зад-вижвани от стъпков двигател 1 чрез кинематичния блок 2 и механичните оси 3 и 4, извършват сканиране на обекта по определен закон, предварително зададен и управляван от микропроцесорната система 50. Отражените от отражателните елементи 11 и 21 светлинни сигнали попадат съответно върху обективите 13 и 23 и след съответното трансформиране постъпват на входовете на оптичните разклонители 14 и 24. Оптичният разклонител 14 позволява на входния оптичен сигнал да премине пряко към фотоприемника 27 или да се отклони на ъгъл  $90^\circ$  и посредством световода 16 да постъпва на единия от входовете на оптичния разклонител 24. Последният позволява последователно пропускане на светлинните потоци, постъпващи от обектива 23, от вътрешния калибровач еталонен източник 29, от оптичния преобразувател 27 и от световода 16. От изхода на оптичния разклонител 24 оптичните сигнали преминават през входната диафрагма 30 на диспергиращата система. След диспергирането на сигнала от дифракционната решетка 33, монохроматичните светлинни потоци постъпват през съответните изходящи процепи на Кръга на Роланд 37 върху съответните, фотоприемници 38', 38'', 38''' ... 38n-1, 38n. Фотоприемниците от 38' до 38n-1 работят в режим "паралелно сканиране", а фотоприемникът 38n работи в един от двата режима "калибровка" или "последователно сканиране". Електрическите сигнали от фотоприемниците 38' до 38n, обработени от блоковете за об-работка на сигнала 39', 39'', 39''' ... 39n, чрез мултиплексора 40 постъпват в микропроцесорната система 50. Коефициентът на усилване в блоковете за обработка на сигнала 39', 39'', 39''' ... 39n се регулира чрез атенюатор-превключвателя на обхват 41, управляван от микропроцесорната система 50. Следящата система 42 осъществява непрекъснато следене на центъра на слънчевия диск, при което калибрацията сигнал постъпва в оптичния преобразувател 27.

Отчитането на височината на Слънцето се осъществява посредством преобразувателя "ъгъл-код" 43, включен към микропроцесорната система 50. В нея става обработката на информацията.



Фиг. 13. Спектрофотометър за изслизване на атмосферата



Фиг. 14. Лабораторен спътников спектрофотометър



РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ (19) BG (11) **65668 B1**  
(51) Int. Cl. G 01 J 3/18 (2006.01)  
G 02 B 27/44 (2006.01)

ОПИСАНИЕ КЪМ ПАТЕНТ  
ЗА  
ИЗОБРЕТЕНИЕ

ПАТЕНТНО ВЕДОМСТВО

|                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (21) Заявителски № 108893<br>(22) Заявено на 04.10.2004<br>(24) Начало на действие на патента от:                                                                                                                                                | (73), (72) Патентоприетател(и) и изобретател(и):<br>ГАРО ХУТАСОВ МАРДИРОСЯН,<br>1113 СОФИЯ, УЛ. "АКАД. Г. БОНЧЕВ", БЛ. 3<br>ЖИВКО СТОЯНОВ ЖЕКОВ,<br>9700 ШУМЕН, БУЛ. "ВЕЛИКИ ПРЕСЛАВ" 5, ВХ. А, АП. 11<br>ТОДОР НИКОЛОВ ТЕРЗИЕВ,<br>9700 ШУМЕН, УЛ. "ПАРЧЕВИЧ" 31,<br>ВХ. А, АП. 6<br>ВАНЬО ДИМИТРОВ ГЕРМАНОВ,<br>9700 ШУМЕН, УЛ. "ПОБЕДА" 6,<br>ВХ. 3, АП. 47<br>СТИЛИЯН ЖИВКОВ СТОЯНОВ,<br>9700 ШУМЕН,<br>УЛ. "СЪЕДИНЕНИЕ" 66, АП. 8<br>(74) Представител по индустриална собственост:<br>(86) № и дата на РСТ заявка:<br>(87) № и дата на РСТ публикация: |
| Приоритетни данни<br>(31) (32) (33)<br>(41) Публикувана заявка в бюлетин № 1 на 31.01.2005<br>(45) Отпечатано на 30.05.2009<br>(46) Публикувано в бюлетин № 5 на 30.05.2009<br>(56) Информационни източници:<br>(62) Разделена заявка от заяв. № |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

(54) СПЕКТРОФОТОМЕТЪР ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА АТМОСФЕРАТА

(57) Спектрофотометърът е предназначен за изследване на спектралните и енергетичните характеристики на атмосферата, по-специално на озона, серния диоксид и други газове. Той може да се използва на борда на околоземни космически летателни апарати или на земята по издръжност. Състои се от два тракта: фотометричен (блокове от 11 до 18) и спектрометричен (блокове от 21 до 41). Съдържа входна сканираща спрегната система, обхващаща и двата тракта. Двата отражателни елемента (11 и 21) са свързани така, че при сканирането си движението отразителите им равнини остават взаимно успоредни. Спектрофотометърът съдържа още обективи (13; 23), оптични разширители (14; 24), световод (16), фотоприемник (17), блок за обработка на сигналите (18), световод (26), фотопреобразувател (27), световод (28), еталонен източник (29), входна диафрагма (30), редуктор (31), стълбов електродвижител (32), вълновата дифракционна решетка (33), редуктор (34), стълбов електродвижител (35), преобразувател

"Ъгъл-код" (36), кръг на Роланд (37), фотоприемник (38', 38'', ... 38''), блокове за обработка на сигнала (39', 39'', ... 39''), мултиплексор (40), линеаризатор-превключвател на обхват (41), сканираща система (42), преобразувател "Ъгъл-код" (43), микропроцесорна система (50). Микропроцесорната система (50) управлява цялата работа на спектрофотометъра и обработва данните.

1 претенция, 1 фигура



# САТЕЛИТЕН СПЕКТРОФОТОМЕТЪР ЗА МОНИТОРИНГ НА ОКОЛНАТА СРЕДА

## *I. Област на техниката*

Изобретението се отнася до спектрофотометър за мониторинг на околната среда. Приложението е при дистанционните сателитни методи на изследване на околната среда.

## *II. Предшестващо състояние на техниката*

Известни са спектрофотометри за изследване на характеристиките на газове в земната атмосфера, състоящи се от входен обектив, входна диафрагма, дифракционна решетка задвижвана от стъпков двигател, изходяща диафрагма, фотоприемно устройство и електронен усилвател, като спектрофотометърът работи на принципа на последователно сканиране (на базата на диспергираща дифракционна решетка).

Известна е и мултиспектрална апаратура “Фрагмент”, предназначена за работа на борда на космически летателни апарати на околоземна орбита, съдържаща сканираща система, обектив, оптичен разклонител, спектрални филтри, усилвател и система за обработка на сигнала.

Недостатък на тези известни апарати са ниската пространствена разделителна способност, ограничена спектрална област на изследване, незадоволителна точност, ниска надеждност, бавно действие и недобра повтаряемост на резултатите при еталониране.

Известна е и апаратура, монтирана на сателитите “IUE”, състояща се от входен обектив, диспергираща система и регистриращо устройство. Недостатък на тази апаратура е ниската надеждност и незадоволителна точност.

Известен е и озонен спектрометър, състоящ се от оптична система, дифракционна решетка, система от изходни диафрагми и устройство за калибровка. Недостатък на този спектрометър е ниската му функционалност.

Съществуващите апаратури нямат възможност да фотографират изследвания обект, което значително намалява ефективността на изследванията.



### ***III. Задача на изобретението***

Задачата на изобретението е да се създаде сателитен спътников спектрофотометър за мониторинг на околната среда, лишен от тези недостатъци.

### ***IV. Техническа същност на изобретението***

Задачата е решена чрез създаване на сателитен спектрофотометър за мониторинг на околната среда, съдържащ спектрален и фотометричен тракт и канал за предаване на сателитно изображение.

Предимствата на изобретението са повишената точност, по-малките маса, габарити и енергопотребление, повишените пространствена и времева разделителна способност, бързодействие, подобрената надеждност и увеличен обем на полезната информация.

### ***V. Описание на приложените фигури***

Едно примерно изпълнение на изобретението е показано на фиг. 1, пред-ставляваща блоковата схема сателитен спектрофотометър за мониторинг на околната среда.

### ***VI. Пример за изпълнение на изобретението***

Съгласно фиг. 1, сателитения спектрофотометър за мониторинг на околната среда се състои от светозащитна бленда 1, разположена пред плоско сканиращо огледало 2 с монтиран в него еталонен източник 3, които обслужват фотометричния и спектрометричния канал и представляват входна сканираща система, управлявана от стъпков електродвигател 22, който чрез зъбна предавка 23 е свързан механично със сканиращото огледало 2 и електрически с фотоелектричен преобразувател ъгъл-код 24 за осъществяване на обратна връзка. Срещу сканиращото плоско огледало 2 на същата оптична ос е разположено вдлъбнатото огледало 5, а между тях е монтирана неподвижно отражателна призма 4, насочваща част от оптичния сигнал към спектрометричния, а друга част - към фотометричния тракт на спектрофотометъра. Вдлъбнатото огледало 5 от спектрометричния тракт е оптически свързано с плоско огледало 6, което от своя страна - през входна диафрагма 7 и посредством вдлъбнатото огледало 8 - с дифракционна решетка 9, монтирана на подвижен носач 10, и от нея през камерен обектив 11 и изходна диафрагма 12 със сензор 13.

Отражателната призма 4 е оптически свързана и с фотометричния тракт, а именно през плоско огледало 14, обектив 15, интерференчен

филтър 16 и оптична леща 17 със сензор 18. Сензорите 13 и 18 съответно от спектрометричния и фотометричния тракт са свързани с микропроцесорна система (МПС) 19 през аналого-цифрови преобразуватели (АЦП) съответно 20 и 21.

Стъпковият електродвигател 25 посредством механичен блок 26 е свързан механично с носача 10 на дифракционната решетка 9, а фотоелектричният преобразувател ъгъл-код 27 е свързан електрически с електродвигателя 25. Камерата 28 е свързана с микропроцесорната система 19.

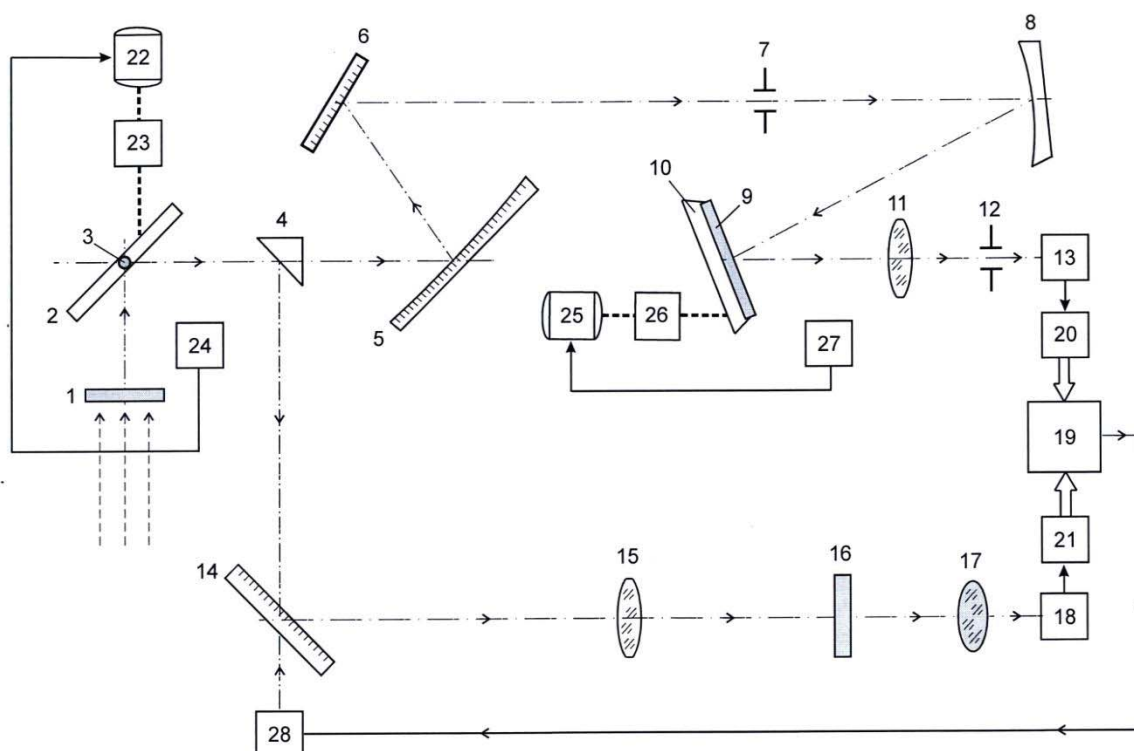
### ***VII. Действие на сателитния спектрофотометър***

Плоското сканиращо огледало 2, задвижвано от стъпковия електродвигател 22 и зъбната предавка 23 осъществява сканиране на ъгъл  $\beta = \pm 45^\circ$ , което се регламентира посредством обратната връзка, осъществена от фотоелектричния преобразувател ъгъл-код 24. Оптичният сигнал, отразен от вдлъбнатото огледало 5 и плоското огледало 6 през входната диафрагма 7 попада на вдлъбнатото огледало 8 и от него паралелен сноп лъчи се подава към дифракционната решетка 9, монтирана върху носача 10. Монохроматичният сигнал от дифракционната решетка 9 преминава през камерния обектив 11 и изходната диафрагма 12 и попада върху сензор 13. Електрическият сигнал от изхода на сензора 13 се преобразуван в цифров вид в АЦП 20 и се подава в 8-разряден двоичен код за обработка в МПС 19. Плавното сканиране на дифракционната решетка 9, монтирана върху подвижния носач 10 се осъществява чрез механичния блок 26, куплиран със стъпковия електродвигателя 25, а обратната връзка за положението на дифракционната решетка 9 се осигурява чрез фотоелектричния преобразувател ъгъл-код 27.

Част от оптичния сигнал от отражателната призма 4 постъпва и в фотометричния канал и отразен от плоското огледало 14 попада през обектива 15 върху интерференчния филтър 16. Оттам монохроматичният оптичен сигнал през леща 17 се фокусира върху сензора 18. Полученият в него електрически сигнал се подава към АЦП 21 и във вид на 8-разряден двоичен код постъпва в МПС 19.

Вътрешната калибровка на спектрометричния и фотометричния тракт се осъществява при затворена светозащитна бленда 2, при което сигналът от еталонния калибровъчен източник 3 се регистрира като минимална прагова чувствителност на апаратурата. Външната калибровка на спектрофотометъра се осъществява чрез завъртане на входно сканиращата система на  $180^\circ$  от основното положение ( $0^\circ$ ), т.е. по посока на слънчевия диск. Функционалната схема позволява изследвания спектрален диапазон да се сканира непрекъснато или дискретно без да се променя режимът на задвижване на дифракционната решетка 9, а

чрез селективно разрешение за пропускане на електрични сигнали във функция от моментното ѝ ъглово положение, отчитано от фотоелектрическия преобразувател ъгъл-код 27. Измервателният процес и регистрацията са напълно автоматизирани. Оптичният сигнал от отражателната призма 4 постъпва през полупрозрачното плоско огледало 14 в обектива на видеокамера 28 след като микропроцесорната система 19 регистрира информационен сигнал, над определено ниво, се подава сигнал към видеокамера 28 и се видеозаснема определен процес, явление с „екстремни“ физични характеристики. Видеокамера 28 осигурява възприемане на образ във видимата част от оптичния спектър. При понижена осветеност на фона и мрак, се осигурява възможност, чрез електронно-оптичен преобразувател - усилвател на яркостта на образа (модул, преобразуващ инфрачервеното излъчване от обекта във видимо), да бъде получена видеоинформация от изследваните обекти, процеси, и явления.



Фиг. 15. Сателитен спектрофотометър за мониторинг на околната среда



ПАТЕНТНО ВЕДОМСТВО  
НА РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

Бул. "Д-р Г.М. Димитров" № 52, вх. Б  
София 1040  
Тел. 9701 xxx, Факс 87 35 258  
БНБ-ЦУ в лева  
IBAN BG90 BNBG 9661 3100 1709 01  
BIC BNBGBGSD

Петър Стефанов Гецов  
Гаро Хугасов Мардиросян  
Стилиан Живков Стоянов  
Георги Костов Баев  
Живко Стоянов Жеков

София, България

## САТЕЛИТЕН СПЕКТРОФОТОМЕТЪР ЗА МОНИТОРИНГ НА ОКОЛНАТА СРЕДА

### I. Област на техниката

Изобретението се отнася до спектрофотометър за мониторинг на околната среда. Приложението е при дистанционните сателитни методи на изследване на околната среда.

### II. Предшестващо състояние на техниката

Известни са спектрофотометри за изследване на характеристиките на газове в земната атмосфера, състоящи се от входен обектив, входна диафрагма, дифракционна решетка задвижвана от стъпков двигател, изходяща диафрагма, фотоприемно устройство и електронен усилвател, като спектрофотометърът работи на принципа на последователно сканиране (на базата на диспергираща дифракционна решетка).

Известна е и мултиспектрална апаратура "Фрагмент", предназначена за работа на борда на космически летателни апарати на околоземна орбита, съдържаща сканираща система, обектив, оптичен разклонител, спектрални филтри, усилвател и система за обработка на сигнала.

## ПАТЕНТНИ ПРЕТЕНЦИИ

Сателитен спектрофотометър за мониторинг на околната среда, състоящ се от светозащитна бленда 1, плоско сканиращо огледало 2, еталонен източник 3, отражателна призма 4, вдлъбнати огледала 5 и 8, плоски огледала 6 и 14, входна диафрагма 7, дифракционна решетка 9, обективи 11 и 15, изходна диафрагма 12, сензори 13 и 18, интерференчен филтър 16, оптична леща 17, микропроцесорна система 19, аналого-цифрови преобразуватели (АЦП) 20 и 21, стъпкови електродвигатели 22 и 25, зъбна предавка 23, фотоелектрични преобразуватели ъгъл-код 24 и 27, механичен блок 26, характеризиращ се с това, че светозащитната бленда (1) е разположена пред плоското сканиращо огледало (2) с монтиран в него еталонен източник (3), които представляват входно сканираща система на фотометричния и спектрометричния тракт и са



механично свързани със стъпковия електродвигател (22) чрез зъбната предавка (23), като фотоелектричния преобразувател тъгъл-код (24) е свързан електрически със стъпковия двигател (22), а срещу сканиращото плоско огледало (2) на същата оптична ос е разположено вдлъбнатото огледало (5), като между тях е монтирана неподвижно отражателната призма (4), свързана оптично и с вдлъбнатото огледало (5) от спектрометричния тракт, и с плоското огледало (14) от фотометричния тракт, а от своя страна вдлъбнатото огледало (5) е свързано оптически с плоското огледало (6), което пък през входната диафрагма (7) има оптична връзка с вдлъбнатото огледало (8) и оттам с дифракционната решетка (9), монтирана върху подвижен носач (10), като дифракционната решетка (9) е свързана оптически през обектива (11) и изходната диафрагма (12) със сензора (13), а плоското огледало (14) от фотометричния тракт е свързано оптически през обектива (15), интерференчния филтър (16) и оптичната леща (17) със сензора (18), като сензорите (13) и (18) съответно от спектрометричния и фотометричния канал са свързани електрически с микропроцесорна система (МПС) (19) посредством аналого-цифрови преобразуватели (АЦП) съответно (20) и (21), като стъпковият електродвигател (25) чрез механичен блок (26) е свързан механично с носача (10) на дифракционна решетка (9), а фотоелектричния преобразувател тъгъл-код (27) е свързан електрически към електродвигателя (25), като отражателната призма (4) чрез полупрозрачното плоско огледало (14) е свързана оптически с входа на видеокамерата (28), към която е включен и изхода на МПС (19).





## ***ПЕРСПЕКТИВИ ЗА СПЪТНИКОВИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ.***

Интересни експерименти, планирани в близко бъдеще ще позволят определянето на съдържанието на много МГС ( $O_3$ ,  $H_2O$ ,  $N_2O_5$ ,  $N_2O$ ,  $CF_4$ ,  $HNO_3$ ,  $CH_4$ ,  $SO_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$  и др.) Предполага се съществено развитие на системата за атмосферни изследвания с помощта на геостационарни спътници.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Проведения анализ на съвременното състояние на спътникови изследвания за изследване газовия състав на атмосферата, позволява да се направят следните изводи:

1. В последните години с помощта на различни спътникови методи е получен голям обем от уникална информация за съдържанието на МГС в земната атмосфера. Изучени са техните пространствено – временни вариации за различни пространствени и временни мащаби, открито и оценено е съдържанието на ред нови МГС, получена е нова информация за динамиката на стратосферата.
2. Спътниковата система за изучаване газовия състав на атмосферата е от само себе си важна част в глобалната система за мониторинг на състоянието на обкръжаващата ни среда, и във връзка с това важна част задача се явява оптималното ѝ съчетаване с наземни, самолетни и аеростатни системи за изучаването на МГС.
3. Различните спътникови методи и геометрии на измерване имат различни преимущества и недостатъци и в значителна степен се допълват една друга. При създаване на спътникови системи за мониторинг на МГС, с цел повишаване на нейната ефективност и информативност, целесъобразно е оптималното съчетаване на различни методи, изхождайки от разнообразните изисквания за определяне на МГС, възникващи при решаване на научни и приложни проблеми.
4. Съвременните тенденции в развитието на спътниковите методи за изучаване на газовия състав се състои в разширяване списъка на изследваните МГС, повишаване точността и височинния диапазон, повишаване пространствената разделителна способност при измерванията, комплексно определяне физическото състояние на атмосферата. Решаването на тези задачи е свързано със създаването на уникална спътникова апаратура, прецизни изследвания оптичните характеристики на МГС, усъвършенстване физическите основи на дистанционните измервания, в това число и разработване на нови уреди и апаратури.

5. Важно значение при създаване на спътникови системи за мониторинг на МГС има метрологичното осигуряване на измерванията, организация която изисква провеждането на продължителни лабораторни и натурни – наземни изследвания.

### **Литература:**

- [1] Жеков Ж. Откриване на отдалечени обекти на земната повърхност от борда на летателни апарати. Сборник трудове Научна конференция “Космос, екология, сигурност”, ИКИ – БАН, Варна, 2005. с. 389-393.
- [2] Zhekov Zh. Methods for Photometric Calculation of Optical Visirs for Discovery of Distant Objects in Various Brightness of the Background. II International Congress of Mechanic and Electronic Engineering and Marine Industry MEEMI 2005, TU, Varna 2005, с. 217.
- [3] Жеков, Ж., Г. Мардиросян. Изследване влиянието на фона върху разделителната способност и определяне на вариациите на тъмновия ток на електронно-оптични преобразуватели. Сб. трудове Технически Университет, Варна, 2004, с. 483-489.
- [4] Mardirossian G., Zh. Zhekov. Method for Determination of the Frequency – Contrast Characteristics of Electronic-optic systems. Aerospace Research in Bulgaria 19, 2005. София (под печат).
- [5] Zhekov Zh. methods for determining the amount of multi-electronic scintillations on the screen of electro-optic transformer of images. Thirteenth International Scientific and Applied Science Conference ELECTRONICS 2004 Sozopol, с. 106-110.
- [6] Zhekov Zh., G. Mardirossian. Energy Efficiency of a System for Primary Processing of Signals in a Opto-Electronic Device operating under low-contrast conditions. Thirteenth International Scientific and Applied Science Conference ELECTRONICS 2004 Sozopol, p. 111-116.
- [7] Zhekov, Zh., D. Ivanova, K. Valtchev. An Analysis Of The Atmospheric Transparency By A Satellite Spectral Limb Method And A Pulse, Photometric Apparatus “Terma”, XXVI Colloquium Spectroscopicum Internationale. Abstracts. Vol. I, National Palaca Of Culture, Sofia, 1989, P. 221.
- [8] Zhekov, Zh. , G. Mardirossian, I. Hristov, D. Ivanova. Absorption Ultraviolet Ozonometer. Bulgarian Geophysical Journal, Vol. XXIV, N 3 – 4, Sofia, 1998, P. 50 – 54.
- [9] Getsov, P., Zh. Zhekov, G. Mardirossian, S. Stoyanov, M. Varbanov, S. Velkoski. Total Content Of Atmospheric Ozone Measurement Apparatuses, Created In The Space Research Institute At The Bulgarian Academy Of Sciences, 2<sup>nd</sup> Congress Of Ecologist Of The Republic Of Maedonia With International Participation. Ohrid, Macedonia, 2004, P. 534 – 537.

- [10] Getsov, P., Zh. Zhekov, G. Mardirossian, S. Stoyanov, M. Varbanov, S. Velkoski. Total Content Of Atmospheric Ozone Measurement Apparatuses, Created In The Space Research Institute At The Bulgarian Academy Of Sciences, 2<sup>nd</sup> Congress Of Ecologist Of The Republic Of Maedonia With International Participation. Ohrid, Macedonia, 2004, P. 534 – 537.
- [11] Hristov, I., Zh. Zhekov, G. Mardirossian, D. Ivanova. Satellite. Absorption. Ozonometer. Aerospace Research In Bulgaria, N 15, 1999, P. 27 – 32.
- [12] Hristov, I., Zh. Zhekov, T. Stantchev. An Analysis Of Constructional Solutions About Dispersing System With A Mobile Diffraction Lattice. XXVI Colloquium Spectroscopicum Internationale. Abstracts. Vol. I, National Palace Of Culture, Sofia, 1989, P. 221.
- [13] Zhekov, Zh . Methods for Dethermining the Amount of Multi-electronic Scintillations on the Screen of Electro – optic Transformer of Images. Journal SCIENTIFIC AND APPLIED RESEARCH, Vol 3, 2013, p 68 – 73.
- [14] Zhekov, Zh. , G. Mardirossian. Influence of the Transmission Processes Upon the Background Brightness and Relation Between the Dark and Background Scintillations of Electro – optic Transformer. Journal SCIENTIFIC AND APPLIED RESEARCH, Vol 4, 2013, p 26 –31.



THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## ПРОФЕСИОНАЛЕН ПОДБОР И ТРЕНАЖОРНА ПОДГОТОВКА НА ОПЕРАТОРИ НА БЕЗПИЛОТНИ АВИАЦИОННИ КОМПЛЕКСИ

Петър Гецов, Зоя Хубенова, Георги Сотиров

ИНСТИТУТ ЗА КОСМИЧЕСКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ – БАН,  
УЛ. „АКАД. Г. БОНЧЕВ”, БЛ.1, СОФИЯ 1113  
E-mail: director@space.bas.bg, zhubenova@space.bas.bg, gsotirov@space.bas.bg

## PROFESSIONAL SELECTION AND SIMULATOR TRAINING OF UNMANNED AIRCRAFT COMPLEXES OPERATORS

Petar Gezov, Zoya Hrbenova, Georgi Sotirov

SPACE RESEARCH AND TECHNOLOGY INSTITUTE – BAS  
ACAD G. BONCHEV STR., BL. 1, 1113 SOFIA, BULGARIA

**ABSTRACT:** *In paper are presented issues related to the training quality of unmanned aircraft complexes (UAC) operators and possibilities of computer simulation systems for acquisition of professional knowledge, skills and habits. There is shown common structure of simulators, structure of workplace UAC operator and information modeling work by the operator of the simulator. There are described four stages in a training program for operators with different training and flight preparation.*

**KEY WORDS:** *human operator, UAV, simulator, ergadic system, cognitive process.*

### 1. Актуалност на проблема

В настояще време в болшинството страни на света се разширява използването на разнообразни безпилотни летателни апарати (БЛА) поради относително ниската себестойност, многофункционалност и безопасност. Разнообразни са сферите на приложението им: мониторинг при бедствия и аварии, ликвидиране на последствията при извънредни ситуации наблюдение за обекти и нефтопроводи, патрулиране в горски масиви и др. Масовото използване на БЛА, доказва високата им ефективност в най-различни условия, променяйки фундаменталните основи на провеждането на такъв рода наблюдение на Земята и въздуха.

Ефективността и безопасността на такива безпилотни комплекси в значителна степен зависи от професионалните качества и подготовката на операторите в наземните пунктове за управление.

От тези позиции обучението на операторите на БЛА с използването на виртуални тренажори е в основата на формиране на професионални навици за управление на самолета. Очевидно, че организацията на обучението и подготовката на персонала в безпилотните авиационни комплекси (БАК) – пилоти-оператори, оператори на полезен товар, обслужващи специалисти съществено влияе на безопасността и аварийността при експлоатацията им. Това налага необходимостта от разработването на единни изисквания и програми за обучение на операторите, единни изисквания към средствата за обучение и сертифицираното на центровете за обучение в съответствие със международните стандартите за подготовка на оператори на БЛА (например, STANAG 4670, CJCSI 3255.01, ASTM F 2635-07).

В такъв високотехнологичен отрасъл, какъвто е авиацията, основно внимание най-често при решаване на проблемите се отделя на техническите средства. Но статистиката на авиационните произшествия показват факта, че в крайна сметка три от четири произшествия са следствие на грешки, допуснати от професионалисти с надеждна квалификация [3,14].

## **2. Системен подход към проблема „човешкия фактор” в авиационните системи**

Правилното разбиране на възможностите и ограниченията на човека и предсказуемите аспекти на поведението му в експлоатационна/работна среда са главните проблеми на „човешкия фактор” (ЧФ). Оптимизиране ролята на човека, в сложна високотехнологична работна среда обхваща всички аспекти на човешката дейност като: вземане на решения и други познавателни процеси, подбор на дисплеи и различни органи за управление, ергономичност на работно място, връзки и програмно осигуряване, документация, инструкции, стандартни процедури и пр. При това познаването на различните аспекти на ЧФ играе важна роля при подбора на персонала, при подготовката и обучението му, а също при предотвратяване и разследване на авиационни произшествия.

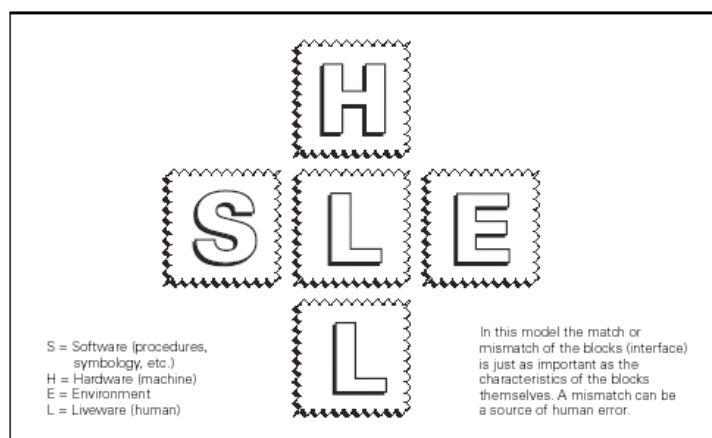
Съществуват разнообразни модели за изследване на човешкия фактор, прилагани при обучение на авиационни специалисти и при разследване на авиационни произшествия. Тези модели реализират системния подход за анализа на ролята на човека при осигуряване на безопасността и имат, по наше мнение, всеобщ характер. Като основна концепция за описание на ЧФ и представяне на взаимовръзките между различните компоненти в авиационните системи се използва модела SHELL (понякога SHELL), предложена в ICAO Circular 216-AN31 [16-20]. Този модел представлява



разработка на традиционната система «човек–машина–среда», а наименованието включва началните английски названия на 4-те съставни елемента:

- a) *Субект (L-Live ware)* (хората на работните места);
- b) *Обект (H-Hardware)* (машините и оборудването);
- c) *Процедури (S-Software)* (правила, подготовка, документация и пр.);
- d) *Среда (E-Environment)* (експлоатационни условия, в които трябва да си взаимодействат останалите компоненти на системата L-H-S).

Блок-схемата на фиг. 1 показва модела SHEL [20], илюстрираща базовото разбиране за взаимодействието на човека с останалите фактори на работното място.



Фиг. 1. Модела SHEL, разработен от Edwards и с променена схема за илюстриране от Hawkins (изображение от Atlas Aviation, 2009г.)

**Субект.** В центъра на модела SHEL се намират лицата, изпълняващи своите функции. Макар на хората да е свойствена изключителна адаптивност, то тяхната работоспособност е подложена на значително колебание. Човек не трябва да се стандартизира в такава степен като оборудването, поради което границите на този блок не са прости и праволинейни. Хората не взаимодействат идеално с различните компоненти на средата, в която работят. За неравновесието на границите на блока “субект” способстват най-различни фактори, като най-важните от тях, влияещи на работоспособността на индивида са:

**Физически фактори** – включват физическите възможности на личността да изпълнява поставените задачи, например, физическа сила, антропологични параметри, зрение, слух.

**Физиологични фактори** – включват фактори, засягащи вътрешните процеси в човека и които могат да окажат неблагоприятно влияние на неговите физически и когнитивни характеристики, например, наличие на кислород, общо здравословно състояние, болест, стресови състояния, умора.

*Психологични фактори* – психологичната готовност на личността да се справя с различните обстоятелства, които могат да възникнат, например, адекватност на професионалната подготовка, знания и опит, а също работните натоварвания. В психологическата подготвеност се включва мотивацията и уменията да се оценяват ситуациите, отношението към рисковото поведение, увереността и стреса.

*Психосоциални фактори* – включват всички външни фактори на социалната среда, оказващи влияние на работната и неработна обстановка, например, спорове, трудови конфликти, лични и семейни проблеми и др.

Моделът SHEL е особено полезен с нагледното представяне на взаимодействието между различните компоненти на авиационната система. Такива взаимодействия са следните:

*Субект-обект (L-H)*. Най-често въпросът за взаимовръзката между човека и машината (ергономия) е във връзка с човешкия фактор. Тя се определя от интерфейса на човека с физическата производствена среда (кресло, бюро, дисплеи, органите за управление, кодиране и разполагане на информационните полета).

*Субект-процедура (L-S)*. Интерфейсът L-S показва взаимовръзката на човека със системата за осигуряване, съществуваща на работното място; например, правила, ръководство, контролни списъци, програмно осигуряване на ЕИМ. Даденият интерфейс включва също различни аспекти за „ориентиране на потребителя“ като актуалност, точност, терминология, яснота и символика.

*Субект-субект (L-L)*. Интерфейсът L-L представлява връзката на индивида с другите лица на работното място (екипаж, експлоатационен персонал и др.). Този интерфейс обхваща също и аспекти, като лидерство, сътрудничество, взаимодействие в екип и междуличностни отношения.

*Субект-среда (L-E)*. Даденият вид интерфейс обхваща взаимовръзката между индивида с вътрешната и външна среда. Вътрешната производствена среда включва параметри, като температура, осветеност, ниво на шум, вибрации, качество на въздуха. Външната среда (за пилоти) включва такива аспекти, като видимост, турбулентност и релеф на местностите.

### **3. Когнитивна методология за обучение на оператори с използване на тренажор.**

Съвременния процес на обучение на тренажор се опира на понятието когнитивна обучаваща/образователна технология, свързана с целенасочено управление на когнитивните функции на обучаемия оператор (стажант) – висши мозъчни функции, такива като памет, внимание, психомоторна координация, реч, мислене, ориентация, планиране и контрол на висшата психическа дейност [10,11,12]. Когнитивната функция характеризира

способността на човека към възприятие и преработка на информация, а също използването ѝ за координация на неговите действия.

Тренажорите представляват модел на реални ергатични системи [2,15], предназначени за развиване на навици за управление на сложна техника. В задачите на тренажора влизат създаване на оператора на илюзията за управление на обекта за сметка на възпроизвеждане на условията, в които той работи. Това възпроизвеждане на условията може да се планира предварително, като се отчитат психофизиологичните особености на отделните оператори и реалните ситуации, възникващи в процеса на функциониране на обекта. Това на свой ред позволява да се решат широк кръг задачи на професионалната подготовка, от първоначалното запознанство с ергатичния комплекс (БЛК) до създаване на навици за вземане и изпълняване на решения в сложни, в това число и извънредни екстремни ситуации.

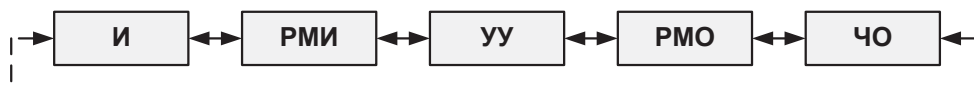
Подготовката на операторите за работа с БЛА – това е поетапен, управляем и контролиран процес, включващ двете основни функции, реализирани във всеки тренажор [15]: 1) възпроизвеждане условията на работа и 2) управление на това възпроизвеждане на реалните условия на функциониране от страна на инструктора със съпътстващ контрол над действията на оператора. В процеса на обучение на тренажора има възможност да се решат следните задачи:

- подготовка на оператора;
- поддържане на навиците;
- професионален подбор на оператори за решаване на конкретни задачи;
- преподготовка на оператори;
- обработка на методики и програми за обучение.

В частност тренажорите, предназначени за управление на подвижни обекти трябва да осигуряват [1]:

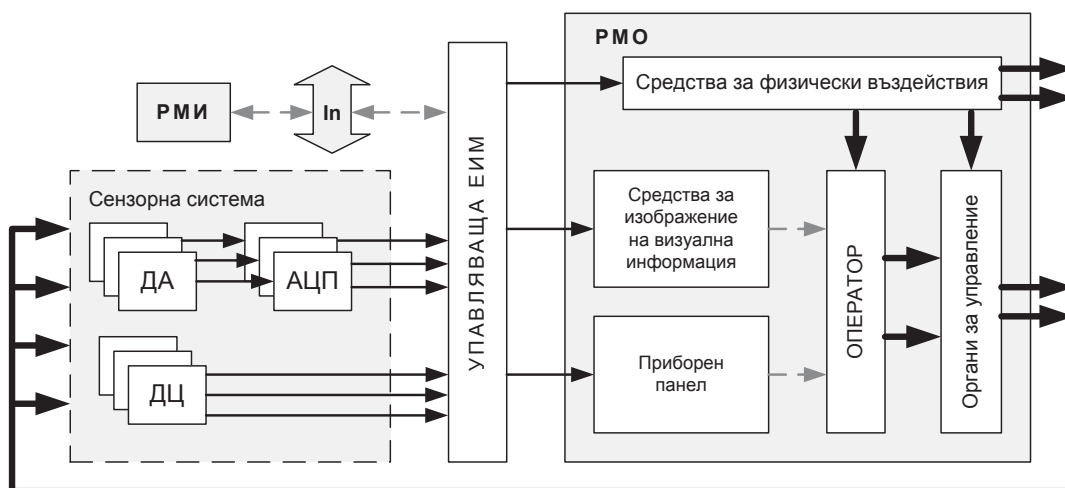
- опознаване на работното място, разположението и вида на уредите и елементите за управление;
- изучаване на бордовите системи за управление, приборното оборудване и системите за връзка;
- изучаване на характеристиките на двигателната система на БЛА във всички режими;
- изучаване на маневрените режими при нормални и максимални скорости;
- отработване на всички типове задачи и техники за управление и прилагането на специални средства;
- тренировка в аномални условия при откази на оборудването и неизправности, възникнали вследствие на външни въздействия.

Вследствие на това, че всеки тренажор е физически модел на конкретния реален обект, то той до известна степен възпроизвежда условията на работа на оператора. Независимо от голямото разнообразие на обектите и тренажорите типова обобщена структура има вида на фиг.2:



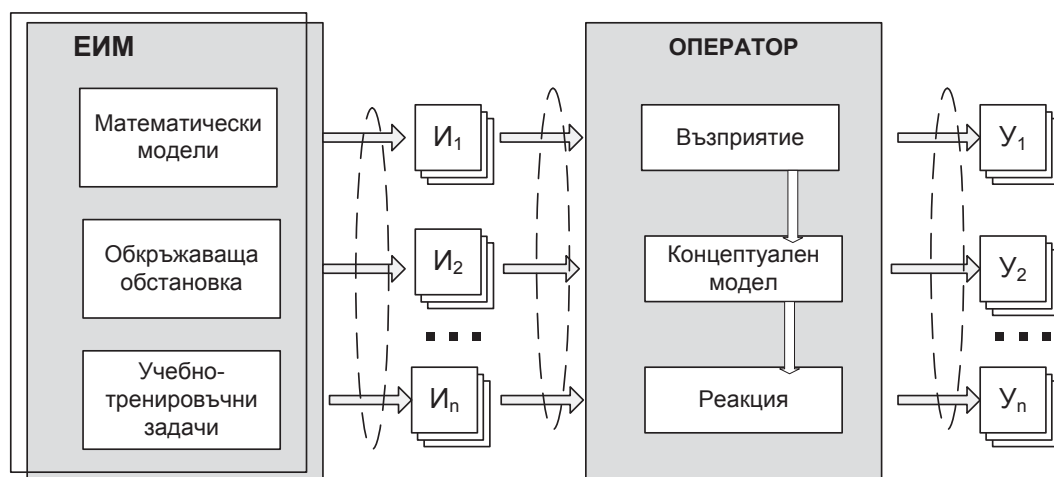
Фиг.2. Обобщена структура на тренажор.

В състава на всеки тренажор влиза работно място на инструктора (РМИ), работно място на оператора (РМО), устройство за управление (УУ). Инструкторът (И) и човека-оператор (ЧО) могат да взаимодействат и непосредствено, прескачайки средствата на тренажора. Основен елемент на структурата е работното място на оператора, на което се възпроизвеждат условията на имитирания процес. РМО е изпълнен в натура макет на работната зона на реалния обект, заедно със всички органи за управление, свързани с датчици на сензорни системи (фиг. 3).



Фиг.3. Схема на Работно място на оператор.

На схемата със тънки стрелки са обозначени ел. връзките, със дебели – механичните, а с прекъснатите – информационните. В състава влизат управляваща ЕИМ, средства за визуализация, уреди за управление, органи за управление, технически средства за физически въздействия (външни въздействия върху оператора-шум, вибрации и др., при необходимост) и сензорна система, включваща различните датчици (цифрови, аналогови, АЦП). Работното място на операторите чрез външен интерфейс In се съединява с работното място на инструктора (РМИ).



Фиг. 4. Информационен модел на работа на оператора на тренажора.

Взаимодействието на оператора с реалния обект се осъществява в съответствие с информационния модел, показан на фиг. 4. Информацията в тренажора се формира от инструктора съответно с учебната задача, а също при моделираните на ЕИМ процеси, протичащи в реалния обект. Инструкторът, като правило, има възможност целенасочено да се намесва в моделирания процес – да задава начални условия, да прекъсва процеса с аварийни ситуации, да коригира действията на обучаемия и пр. В повечето случаи множеството прибори могат да се представят като множество индикатори ( $I_n$ ) за представяне на информация.

Основна форма в дейността на човека-оператор е използването и *обработката на информацията*. В общия случай дейността на ЧО се състои от четири етапа: възприемане на информацията, оценка и преработка, вземане на решение, реализация на взетото решение. В тази връзка при различните форми на интерактивна работа с машината операторът трябва да притежава високо ниво на оперативна памет и внимание [5,7]. Преди човек да може да реагира на получената информация, той трябва да я осъзнае. Именно това дава възможността за грешки, защото диапазонът на функциониране на сетивните системи е крайно тесен и ограничен: от органите на чувства информацията постъпва в мозъка, където се обработва и в резултат от това се появява заключение относно характера и значението на полученото съобщение. Такава дейност се нарича усвояване на информацията, представлявайки благоприятна среда за възникване на операторски грешки.

Наземните информационни системи са тази част от оборудването, с което операторът на БЛА непосредствено взаимодейства. Въз основа на получената информация той си създава мисловен модел на процеса за управление, с който работи при своята дейност. За това, ефективната работа на такива системи е невъзможна без детайлен анализ на отношенията в разглеждания комплекс «човек – машина» (в случая –



«ЧО/пилот – летателен апарат»). Взаимодействието на пилота с информационната система може да се представи като взаимодействие на два мощни информационни процеса, на човека и компютъра, работейки/общувайки посредством интерфейс с тясна лена на пропускане и с множество други ограничения. Повишаването на ефективността и пропускателната способност на този интерфейс е особено важна задача. Понеже е трудно да се измени човешката компонента в системата «човек – информационна система», за създаване на ефективен интерфейс е нужно да се приспособява и усъвършенства към ЧО втората компонента – информационната система. При това е необходимо да се знаят възможностите и ограниченията на пилота, както и да се отчитат условията на неговата работа

Обработката на информацията е основен подход в когнитивната психология. В този случай когнитивната система на човека се разглежда като система, имаща устройства за въвеждане, съхранение, изход на информацията при отчитане на пропускателната ѝ способност (по аналогия на компютъра). *Методите на когнитивната психология са* предназначени за качествен и съдържателен анализ на такива психически процеси, като мотивация, вземане на решения, целеполагане, преработка на информацията и т.н.

#### **4. Организация при подготовка на специалисти по експлоатация на БАК**

Във връзка с осигуряването на безопасността на полетите в понятието „безпилотна авиационна система” следва да се включват и изследват операторите на БЛА, обслужващия персонал, а също системата за подготовка на операторите.

Програмата за обучение е съставна част от комплексната програма за подготовка на операторите, която е с акцент на практическата подготовка на кандидатите. При завършване на курса кандидатите трябва да имат изработени навици за бърза оценка на ситуациите, избор на стратегии за управление, вземане на оптимални решения в бързо променяща се среда. Формирането на тези качества и техническа култура предполага индивидуален подход към всеки участник.

Програмата за обучение и подготовка на операторите принципно може да се състои от следните 4 етапа:

*1-вият етап* включва: изучаване на теоретичните основи и програмно-техническите средства за радиоуправление на БЛА в ръчен режим и системите за енергозахранване на наземна и бордова апаратура; изучаване на принципите на действие на програмните симулатори на полета на радиоуправляемите авиомодели, изисквания към аеродинамичните и други параметри на летателния апарат, способност да се осигури ефективна симулация на виртуален полет с дадения авиомодел.

Целта на етапа е да се дадат начални знания, умения и навици за пилотиране, като основа за следващо обучение на полигон.

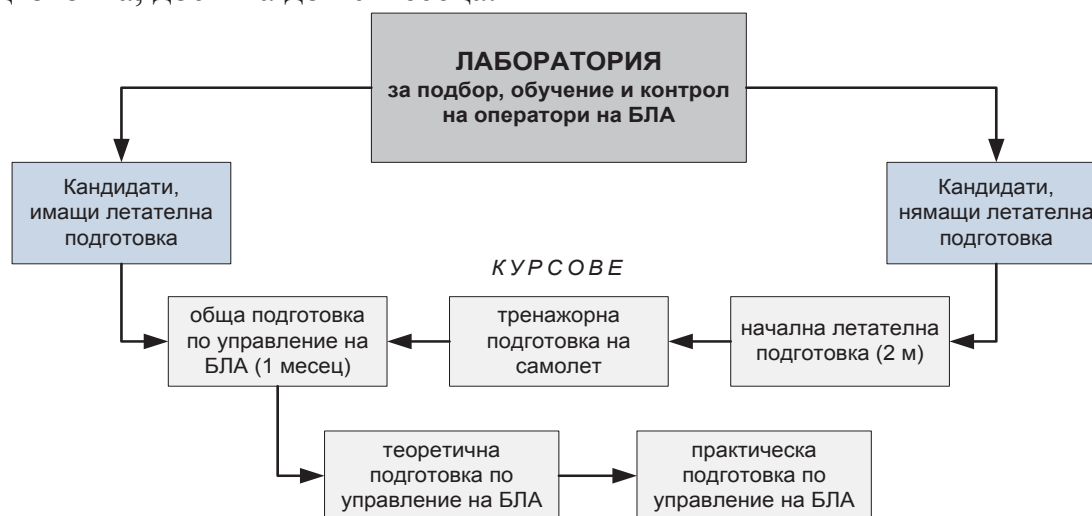
Във *2-ят етап* се изучават елементите на радиоелектронното оборудване на БЛА, осигуряващо полет в ръчен режим на управление на БЛА. Практическата част включва: обучение на операторите за ръчно пилотиране в предела на видимост на БЛА в режим инструктор-ученик в реални условия на въздействие на външната среда; изучаване на принципите на действие, състава и правилата на поместване на апаратурата за наблюдение (видео и фото камери и др.) в ЛА; придобиване на трайни навици за самостоятелно пилотиране на в реални условия;

*3-ят етап* включва: задълбочено изучаване на теоретичните въпроси от предходните етапи, както и придобиване на знания за навигационната апаратура и автопилота на БЛА; обучение за правилна експлоатация на бордовата апаратура; изучаване на програмното осигуряване на навигационно-пилотажния комплекс на БЛА; обучение за правилно съставяне на програма за полетно задание, включително за траектория и профил на полета на БЛА; изпробване и работа с апаратурата от полезния товар в лабораторни условия;

*4-и етап* – полет в автоматичен режим; анализ на резултатите от изпитанията.

Необходимо е да се отчита и различната подготовка на кандидати за оператори на БЛА – дали са военнослужещи с летателна подготовка или такива без никакъв опит.

Във военновъздушните сили на САЩ подбора на кандидатите на длъжност оператори (лица, непосредствено осъществяващи пилотирането) на БЛА са разделени по категории [9], като се планират и определят различни програми за тяхното обучение (фиг.5). При това общата продължителност на обучението на офицерите, нямащи летателна подготовка, достига до 10 месеца.



Фиг. 5. Последователност при подготовка на оператори на БЛА [6]

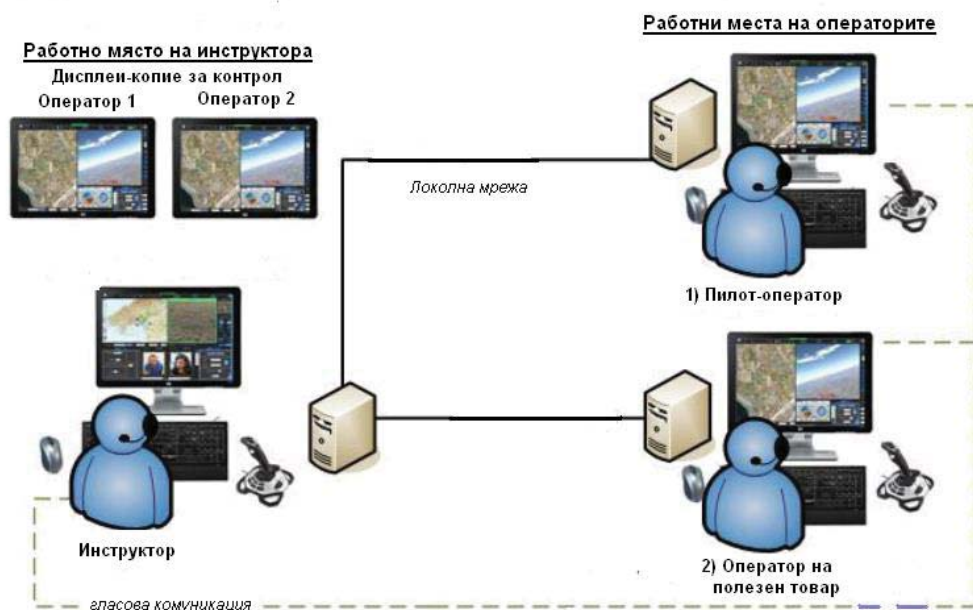
## 5. Тренажори за обучение на оператори на БЛА

Предварителната подготовка на оператори за управление на БЛА на тренажор е една от най-важните елементи за осигуряване на безопасната експлоатация на безпилотните комплекси. Тя позволява да се минимизира негативното влияние на човешкия фактор, като се доведат до минимум грешките на операторите и персонала. Ефективността на тренажорите е обусловена от тяхната възможност да осигурява висока интензивност на подготовката, като не малко значение има и икономическия ефект от използването им, което би позволило:

- значително да се съкрати времето и загубите на обучение;
- да се намали количеството на реалните полети на БЛА в процеса на обучение до 70%;
- да се провежда обучението в условия, максимално близки до реалните действия на оператора;
- да се осъществява контрол от страна на инструктора за правилността на откриване и опознаване на целите в различни условия и обстановка;
- да се моделират и използват различни варианти на полезния товар;
- да се провеждат тренировки по изпълнение на конкретни задания преди полет;
- да се поддържат необходимите навици на операторите при липса на практически полет на БЛА.

Във връзка със създаването на една бъдеща *„Лаборатория за подбор, обучение и контрол на оператори на безпилотни летателни апарати”* е необходимо оборудването ѝ с тренажор за определен безпилотен апарат (платформа), позволяващ да се провежда подготовка, както на пилоти на БЛА (UAS Pilot), така и на оператори за полезния товар (UAS Sensor Operator), в това число при подготовка за прилагане в конкретни територии и при взаимодействие на екипажа. UAS (Unmanned Aerial Systems)

Една възможна конфигурация на тренажор е показана на фиг. 6, включваща:



Фиг. 6. Структурна схема на тренажор с две места за обучение.

**Място на Инструктор (Instructor Station).** Място Инструктор предлага възможности на обучаваща програма, включително контрол на полета, контрол на времето, различни сценарии, атмосферни явления (облачност, мъгла), аеродинамични ефекти (свредел, флатер), «неизправности» на БЛА и пр.

**Пилот-оператор (Pilot Trainee Station).** Работното място на пилота позволява да се контролират всички стадии на подготовка и изпълнение на полета, включително разработка и проверка на полетното задание, изправност на самолета, излитане и кацане, полет по маршрут - в ръчен и автоматичен режим, търсене и съпровождане на цели.

**Оператор на полезен товар (Sensor Operator Trainee Station).** Кандидатът се обучава да контролира симулирания полезния товар, да идентифицира целите и контролира различните аспекти на мисията. Работното място позволява да се наблюдават видеопотока в различни формати, стабилизация на видеото, селекция на движещите се цели, съпровождане на целите и пр.

**Мониторинг от страна на Инструктора** – чрез един или два монитора, показващи копие на изображението на екрана на стажантите-оператори. Работните места са оборудвани със слушалки и микрофони, което допринася за верността на симулацията, подобрява потребителското преживяване и позволява на инструктора да комуникира и да наблюдава отблизо резултатите на обучаемите.

Тренажорът трябва да отговаря на следните изисквания:

- симулира извършването на всички задачи, за които е предназначена БЛА, включително планиране мисията на полета, въвеждане на маршрута, управлението на полета, разузнаване и наблюдение и т.н.;
- максимално близко до реалните условия да е моделиран полета на БЛА, както и наблюдаваните от оператора изображения на монитора;
- инструкторът има възможност да планира тренировките максимално сложно и близко до реалните условия, да се намества в действията на обучаемия в процеса на тренировки, да задава входните параметри;
- да има възможност да се моделират извънредни условия на полета на БЛА, в това число и лоша метеорологична обстановка и др.;
- да моделира действия в аварийни ситуации и в случай на неизправности в отделни системи на БЛА.
- възможности за извършване на изследвания за различни БАК, свързани с човешкия фактор (работоспособност, надеждност и др.), както и инженеринг (например, производителност и ефективност на системата);
- при разработка на програмите за обучение на операторите на БЛА е целесъобразно да се отчитат изискванията на международните стандарти и програми за подготовка на оператори на БЛА, като: стандарти на САЩ (ASTM F 2635-07, ASTM F 2636-08); стандарти на НАТО (STANAG 4670 2006); програми за обучения (CJCSI 3255.01 2009) и др.

## **6. Изводи**

1. Съвременните БАК могат да се отнесат към класа нови технически системи, в създаването на които се използват най-новаторските и авангардни научни и изследователски концепции. От гледна точка на оборудване, съвременни безпилотни летателни апарати не отстъпват на пилотируемите самолети, следователно, са също толкова сложна и изискваща фундаментални знания и умения за управление техника.

2. Използването на тренажорите в различни области (обучение, изследвания, експлоатация) позволява да се усвояват различни модификации и безпилотни апарати и системи, икономисвайки средства и време за обучение на оператори и специалисти, оптимизирайки взаимодействието между човека и машината и получавайки нови знания и информация.

3. Един от основните фактори за високата аварийност на БЛА е човешкия, имайки в предвид, че основно той се управлява по команда от оператор от земята или от въздушен команден пункт, което изисква добра квалификация и обученост на специалистите, управляващи такава техника. Това налага създаване на лицензирани центрове за обучението им, даващи право на образователна дейност, която да се осъществява със



специализирани тренажори и програми, осигуряващи индивидуална и колективна подготовка на операторите.

### **Литература:**

- [1]. Беспилотные летательные аппараты». Справочник. 1998 год.
- [2]. Овчаров В.Е., „Человеческий фактор” в авиационных происшествиях, М., 2005
- [3]. Cacciabue, P.C. (2004). Guide to applying human factors methods: Human error and accident management in safety critical systems. London: Springer-Verlag London Ltd, 2004.
- [4]. Campbell, R.D., & Bagshaw, M. (2002). Human performance and limitations in aviation (3rd ed.). United Kingdom: Blackwell Science Ltd, 2002.
- [5]. Edkins, G., & Pfister, P. (Eds.). (2003). Innovation and consolidation in aviation: Selected contributions to the Australian aviation psychology symposium 2000. England: Ashgate Publishing Ltd, 2003.
- [6]. FAA Selects Unmanned Aircraft Systems Research and Test Sites Read more at [http://www.legitreviews.com/faa-selects-unmanned-aircraft-systems-research-test-sites\\_131710#Y1g8UpGeKbx3JipO.99](http://www.legitreviews.com/faa-selects-unmanned-aircraft-systems-research-test-sites_131710#Y1g8UpGeKbx3JipO.99)
- [7]. Hawkins, F.H., & Orlady, H.W. (Ed.). (1993). Human factors in flight (2nd ed.). England: Avebury Technical, 1993.
- [8]. Johnston, N., McDonald, N., & Fuller, R. (Eds). (2001). Aviation psychology in practice. England: Ashgate Publishing Ltd, 2001.
- [9]. McCarley Jason S., Christopher D. Wickens, HUMAN FACTORS CONCERNS IN UAV FLIGHT, Institute of Aviation, Aviation Human Factors Division, University of Illinois at Urbana-Champaign, 2010, [www.hf.faa.gov/hfportalnew/admin/FAAAJP61/uavFY04Planrpt.pdf](http://www.hf.faa.gov/hfportalnew/admin/FAAAJP61/uavFY04Planrpt.pdf)
- [10]. Maslow, A. H. 1968. Toward a Psychology of Being. 2nd Edition. USA. D. Van. Nostrand Company Inc.
- [11]. Noel Burch. "Learning a New Skill is Easier Said than Done." Gordon Training International
- [12]. Rasmussen, J. 1986. Information Processing and Human-machine Interaction: an approach to cognitive engineering. New York. Elsevier Science Ltd.
- [13]. Rebetez, Cyril (2006). Control and collaboration in multimedia learning: Is there a split-interaction? MA Thesis, Diplôme d'études approfondies en psychologie cognitive expérimentale, Université de Genève
- [14]. Wiegmann, D.A., & Shappell, S.A. (2003). A human error approach to aviation accident analysis: The human factors analysis and classification system. England: Ashgate Publishing Ltd, 2003.

- [15]. Wiener, E.L., & Nagel, D.C. (Eds). (1988). Human factors in aviation. California: Academic Press Inc, 1988.
- [16]. ICAO "Doc 9806 AN/763. Human factors guidelines for safety audits manual", (Montreal, Canada), 2002.
- [17]. ICAO published in 2002, the Doc 9808 AN/765 *"Human factors in civil aviation security operations"*
- [18]. ICAO: Human Factors documents,  
<http://aviationknowledge.wikidot.com/aviation:icao-human-factors>
- [19]. SMS for Aviation—A Practical Guide Human Factors , 2012 Civil Aviation Safety Authority
- [20]. **ICAO** SHELL Model is a conceptual framework proposed in [ICAO Circular 216-AN31](#).



THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## КОНЦЕПЦИЯ ЗА ФОРМИРАНЕ НА ТВОРЧЕСКО МИСЛЕНЕ ПРИ ПОДГОТОВКАТА НА АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКИ ПЕРСОНАЛ

Геннадий Маклаков, Петър Гецов

УЛ. "АКАДЕМИК ГЕОРГИ БОНЧЕВ", БЛ. 1, СОФИЯ 1113

E-mail: gmaklakov@mail.bg

## CONCEPT FOR CREATIVE THINKING IN THE PREPARATION OF AEROSPACE STAFF

Gennady Maklakov, Petar Getsov

ACAD G. BONCHEV STR., BL. 1, 1113 SOFIA, BULGARIA

**ABSTRACT:** *The article focuses on virtual reality systems methods for professional training of specialists in the field of aerospace technology. The structure of a course for young scientists «Activation of creative thinking in solving scientific problems» is described.*

**KEY WORDS:** *professional training, aerospace, aviation, creativity, virtual reality systems.*

Качествената подготовка на авиационно-космически персонал, както е известно, е сложна и отговорна задача. Това до голяма степен произтича от факта, че при възникване на екстремни ситуации се налага космическите и авиационните екипажи да вземат и прилагат нестандартни, творчески решения. От правилността на едно само решение често зависи животът на много хора. Ето затова е изключително важно при обучението на специалистите да се използват най-новите постижения на педагогиката, като се държи сметка за развитието на съвременните информационни технологии.

Анализът на публикациите, посветени на технологиите за обучение, дава основание да формулираме следните тенденции в развитието на съвременната система за подготовка на кадри с висша квалификация:

- системна интеграция в научно-изследователската и образователната дейност;
- обучение на аспиранти на основата на последните постижения в педагогиката и информационно-комуникационните технологии;
- извършване на междудисциплинарни научни изследвания;
- задълбочаване на международното сътрудничество;
- осигуряване на най-високо качество на научно-образователните услуги.

Главното тук е: създаване на благоприятни условия за реализация на творческия потенциал на специалистите и ускорено придобиване на необходимите знания и навици за изследователска работа, като се използват най-съвременни информационни и педагогически технологии. При това от наша гледна точка е важен фактът, че обучението за придобиване на навици за професионална работа трябва да преминава при непрекъснат контрол върху предоставяните научно-образователни услуги.

Процесът на професионална подготовка протича в определена среда, пребивавайки в която и взаимодействайки с която обучаемият конструира знания. Такава среда може да бъде създадена по изкуствен начин за моделиране на онези аспекти от реалния свят, които се оказват недостъпни за непосредствения опит или/и представляват заплаха за безопасността и жизнената дейност на човека. Едно от перспективните направления за формиране на такива среди е създаването им на основата на система за виртуална реалност (СВР).

Важна особеност на СВР е възможността, която дават, за формиране и утвърждаване на съответно поведение в условия, представляващи заплаха за живота на човека или опасност за други хора, намиращи се наблизо (авиодиспечери, летателни и космически екипажи и др.). Тези системи имат колосален потенциал за интерактивно обучение във виртуално пространство, като повишават многократно ефективността в усвояването на знания и умения. С други думи, качеството на обучение се издига на друго, несравнимо по-високо равнище. От такава гледна точка е ясно защо системите за виртуална реалност все по-мощно се прилагат като средство за обучение в различни области на знанията и в професионалното обучение. Впрочем оттук идва и актуалността на методиката за подготовка на специалистите по аерокосмическа тематика на базата на СВР.

Психолого-педагогическите аспекти в използването на СВР в обучението са разгледани в статията: «Особености при използването на технологията “виртуална реалност” в образователното пространство», отпечатана в този сборник.

Естествено СВР са само средство. Основна роля в обучението играе учебният контент (интерактивни конспекти, мултимедия, презентации и др.). Именно качеството на учебно-методическото обезпечаване в съвкупност със съвременни компютърни технологии довежда до съществено повишаване на резултативността на образователния процес.

За развитие на нестандартно мислене и приемане на ефективни решения в екстремна обстановка е необходимо в програмата за теоретична подготовка на авиационно-космическия персонал да бъдат включени дисциплини, свързани с развитието на творческия потенциал и съответни психологически тренинги. Основа на такава подготовка може да бъде курсът «Активизиране на творческото мислене при решаване на научни проблеми» за развитие на творческите способности на магистри и докторанти», предложен на ИКИТ-БАН [1].

За развитие на творческите способности на авиационно-космическия персонал е разработен курс «Активизиране на творческото мислене при решаване на проблеми в екстремални ситуации».

Нека разгледаме основните концептуални положения в структурата на курса.

Целта на курса е:

- да покаже природата на креативността;
- да научи слушателите да управляват своята интелектуална дейност;
- да развие у авиационно-космическия персонал способност за творчески процес;
- да научи курсистите да продуцират принципно нови идеи, които водят до ново оригинално виждане на проблемите или ситуациите;
- да формира готовност за приемане и създаване на принципно нови подходи към екстремални ситуации;
- да покаже, че творческите способности са вродени, свойствени на всички, но се губят от болшинството хора под въздействие на средата.

Една от главните задачи на курса е да изтъкне възможността на всеки човек да стане надарена личност и да даде необходимите инструменти за постигане на тази цел.

Разгледани са методите за стимулиране на творческия процес, позволяващи да се повиши неговата ефективност. Показана е методология за оптимално търсене на решения. В основата на курса са използвани също фрагменти от авторски курсове за магистри «Технология на творческото мислене при вземането на икономически решения» и за докторанти – «Технология на творческото мислене в научната работа», четени от автора в различни вузове на Украйна от 1995 година [2 - 4].



Курсът включва следните теми:

1. Творческо мислене: потребности и проблеми.
2. Системен подход към решаването на проблеми.
3. Теории и модели за вземане на решения при екстремални ситуации.
4. Веществено-полеви анализ.
5. Методи за прогнозиране при решаването проблеми.
6. Математически методи за активизиране на творческото мислене.
7. Семантични технологии за активизиране на творческото мислене.
8. Психологически аспекти при решаването на задачи, възникващи в екстремални ситуации.
9. Методи и техники за повишаване на творческите способности.
10. Методи за индивидуално активизиране на творческото мислене.
11. Методи за групова работа при решаването на проблеми.

Курсът предполага използването на електронни обучаващи системи (LMS Moodle) и допуска смесена форма на обучение - редовна и дистанционна, или само дистанционна. В процеса на обучение е използван виртуален свят, реализиран в квази СВР «vAcademia» [5, 6].

Курсът представлява интерес и за магистри и докторанти, интересувани се от проблемите на управлението на творческия процес и стремящи се да повишат своя творчески потенциал и ефективността на своята професионална научно-изследователска дейност.

Използването на съвременни информационно-педагогически технологии, каквито са системите за виртуална реалност, е един от най-ефективните пътища за успешно повишаване на квалификацията на авиационно-космическия персонал. Това е така, защото с прилагането на такива системи се създават условия по-пълно да се използват вътрешните психически ресурси на човека, което от своя страна води до съществено повишаване на ефективността на електронното обучение.

## Литература

- [1] Maklakov G., Getsov P. (2013), in Sb. nauchn. tr. "Osobennosti ispol'zovaniya sistem virtual'noy real'nosti dlya podgotovki spetsialistov v oblasti aerokosmicheskikh tekhnologiy. Distantionnoye obrazovaniye Ukrainy – 2013. Informatsionnoye obrazovatel'noye prostranstvo v sisteme distantionnogo obucheniya v uchebnykh zavedeniyakh: innovatsionnyye i psikhologo-pedagogicheskiye aspekty". Khar'kov. KHNADU. 2013, pp.138-142.
- [2] Maklakov G. (1998), "Nekotoryye printsipy formirovaniya tvorcheskogo myshleniya pri podgotovke spetsialistov v oblasti novykh informatsionnykh tekhnologiy" in Sb. nauchn. tr. Mezhdunarodnoy

- nauchno-metodicheskoy konferentsii «Informatsionnyye tekhnologii v uchebno-metodicheskoy i nauchnoy deyatel'nosti». SevGTU, InBYUM NAN Ukrainy. Sevastopol'. 1998. pp. 20-25.
- [3] Maklakov G. (1999), "Didakticheskiye printsipy formirovaniya tvorcheskogo myshleniya pri podgotovke spetsialistov v oblasti novykh informatsionnykh tekhnologiy" in Sb. statey po materialam dokladov VI mezhdunarodnoy nauchno-metodicheskoy konferentsii «Obrazovatel'naya sistema kak tekhnologicheskyy kompleks - shag v XXI vek».- Sevastopol': SevGTU, 1999g. pp.38-41.
  - [4] Maklakov G. (2001), "Printsipy formirovaniya tvorcheskogo myshleniya pri podgotovke spetsialistov v oblasti ekonomiki" in Materialy 5 sekti Kh Mezhdunarodnogo Bankovskogo Kongressa i Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii.- SPb. MBI, 2001. pp. 240-241.
  - [5] Morozov M, Gerasimov A. and Fominykh M. (2012), "vAcademia - Educational Virtual World with 3D Recording," in Arjan Kuijper and Alexei Sourin ed. the 12th International Conference on Cyberworlds (CW), Darmstadt, Germany, pp. 199-206.
  - [6] Morozov M, Gerasimov A. and Fominykh M. (2013), "Asynchronous Immersive Classes in a 3D Virtual World: Extended Description of vAcademia" in Marina Gavrilova, Chih Jeng Kenneth Tan and Arjan Kuijper Eds., Transactions on Computational Science (TCS), LNCS 7848, Issue XVI, 2013, Springer, pp. 81-100.



THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## ИЗСЛЕДВАНЕ НА АПАРАТНА ФУНКЦИЯ НА СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧНА АПАРАТУРА ЗА ДИСТАНЦИОНЕН МОНИТОРИНГ НА АТМОСФЕРАТА

Живко Жеков, Гаро Мардиросян, Стилиан Стоянов, Атанас  
Близнаков

## INVESTIGATING OF THE INSTRUMENTAL FUNCTION OF SPECTROPHOTOMETRIC APPARATUS FOR REMOTE ATMOSPHERIC MONITORING

Zhivko Zhekov, Garo Mardirossian, Stilian Stoyanov, Atanas Bliznakov

**ABSTRACT:** When researching the apparatus function of the spectrophotometric apparatus with infrared selective amplitude modulation, the aberrations of the object-glass are usually ignored. This is in case when a parabolic mirror is used instead of an object-glass with infrared selective modulation. When using an object-glass with a spherical mirror, the aberrations can cause interferent picture in the image which can be compared with the changes depending on the properties of the researched specter and on the precision of the performed adjustment.

The requirements for the interferent part are criteria for the maximum amount of the aberrations.

Methods were developed to research and evaluate the influence of the aberrations of the optical system on the apparatus function of the spectrophotometric apparatus with interferent selective amplitude modulation. Its goal is to clarify the possibility of using a spherical mirror object-glass, based on the requirements for the quality of the apparatus function.

**KEY WORDS:** apparatus function

При изследване на апаратната функция на спектрофотометрична апаратура, аберациите на обектива обикновено се пренебрегват [1...3]. Това е в случаи, когато в качеството на обектив с интерференчна селективна амплитудна модулация се използва параболично огледало. В случай на използване на обектив със сферично огледало, то аберациите могат да предизвикат интерференчна картина в изображението, сравнима с измененията, зависещи от свойствата на изследвания спектър и от

прецизността на извършената юстировка. Изискванията към интерференчната част са критерий за допустимата стойност на аберациите.

В тази връзка е разработена методика за определяне и оценка на влиянието на аберациите на оптичната система върху апаратната функция на спектрофотометрична апаратура с интерференчна селективна амплитудна модулация, с цел да се изясни възможността за приложение на сферичен огледален обектив, изхождайки от изискванията към качеството на апаратната функция.

Входната и изходна диафрагма на спектрофотометрична апаратура представляват кръгли отвори с ъглови размери  $a_0$ . Фокусното разстояние на обектива е равно на  $F$ . Входни и изходни зеници на системата са правоъгълни диафрагми с размери  $2L \times 2H$ . При пресмятане на апаратната функция на озонометъра се счита, че неговата интерференчна част не внася в изображението допълнителни аберации и има ъглово увеличение, равно на единица.

Разликата, възникваща на входа на спектрофотометрична апаратура с интерференчна селективна амплитудна модулация, на монохроматичен лъч с дължина на вълна  $\lambda$  с координати в равнината на входната диафрагма  $x'$  и  $y'$  и с координати в равнината на зеницата  $x$  и  $y$ , може да се запише в следния вид:

$$(1) \quad \Delta(x, y, x', y', \lambda, \lambda_0, t) = \frac{R_x}{L} \left[ (\lambda - \lambda_0) - \lambda \frac{\varphi_1^2}{2} \right] + \delta(t),$$

където:  $R$  – теоретична разделителна способност на диспергиращата система;

$\lambda_0$  – дължина на вълна при настройка на колиматора;

$\varphi_1$  – ъгъл на постъпване на лъча към равнината на зеницата;

$\delta(t)$  – разлика в хода на лъча, внесена от интерференчния модулатор.

Тогава яркостта в изходящата зеница ще се изменя по закона

$$(2) \quad B = 2B_0 \left( 1 + \cos \frac{2\pi\Delta}{\lambda} \right).$$

Тъй като аберациите на обектива ще се изследват при обратен ход на лъчите и ще се пренесат в равнината на образа на цялата система, то удобно е да се приложат полярни координати  $\rho$  и  $\theta$  в равнината на входната диафрагма и да се изрази стойността на  $\varphi_1$  посредством меридионалната съставляваща:

$$(3) \quad \varphi_1^2 = \varphi_{1x}^2 + \varphi_{1y}^2,$$

при което

$$(4) \quad \varphi_{1x} = \frac{\rho \sin \theta + \delta x'}{F} = \alpha \sin \theta + \frac{\delta x}{F},$$

$$(5) \quad \varphi_{2x} = \frac{\rho \sin \theta + \delta y'}{F} = \alpha \cos \theta + \frac{\delta y}{F},$$

където  $\alpha = \frac{\rho}{F}$ ,  $\delta x'$  и  $\delta y'$  - съставни на напречните аберации на обектива в равнината на входната диафрагма.

При спектрофотометрична апаратура изходната диафрагма изрязва от аберационното монохроматично изображение на входната диафрагма централната част, поради което за ъгъл  $\varphi_2$  е в сила условието  $\varphi_2 < \alpha_0^2$ , при което

$$(6) \quad \varphi_2^2 = \varphi_{2x}^2 + \varphi_{2y}^2,$$

$$(7) \quad \varphi_{2x} = \varphi_{1x} + \frac{\delta x''}{F},$$

$$(8) \quad \varphi_{2y} = \varphi_{1y} + \frac{\delta y''}{F},$$

където  $\delta x''$  и  $\delta y''$  - съставлящи на напречната аберация в равнината на изходните диафрагми.

Апаратната функция, представляваща амплитуда на интерференчната модулация на лъчистия поток, преминаващ пред абсорбционния озонетър, отчитайки горепосоченото, може да се запише във вида

$$(9) \quad A(\lambda - \lambda_0) = \frac{1}{N} \int_0^{a_0} d\alpha \int_0^{2n} d\theta \int_{-L-H}^{+L+H} dx dy b(\lambda, \lambda_0, \varphi_1, x),$$

където  $N$  – коефициент на пълното използване на диаметъра на входната зеница,

$$(10) \quad b(\lambda, \lambda_0, \varphi_1, x) = \left\{ \cos \left[ 2\pi R \frac{x}{L} \left( \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda} - \frac{\varphi_1^2}{2} \right) \right] \right\}.$$

При разработване на метода се използват формули от теорията за аберациите. Отчита се, че  $l$  е разстояние от центъра на диафрагмата до главната ос на огледалния обектив, от където



$$(11) \quad l = 2F \operatorname{tgi}.$$

За разглеждания случай  $S_I = \frac{1}{4}, S_{II} = \frac{1}{2}, S_{III} = 1, S_{IV} = -1$ , а равнината на изходната диафрагма е изместена относно гаусовата на разстояние  $\delta$ :

$$(12) \quad \delta = -\frac{l^2}{2F},$$

характеризиращо напречните аберации  $\delta x'$  и  $\delta y'$ ; изразени чрез координатите  $x$  и  $y$ :

$$(13) \quad \delta x' = \frac{-x(x^2 + y^2)}{8F^2} + \frac{3x^2 + y^2}{4F} \operatorname{tgi} - \frac{x}{2} \operatorname{tg}^2 i,$$

$$(14) \quad \delta y' = \frac{-y(x^2 + y^2)}{8F^2} + \frac{xy}{2F} \operatorname{tgi} - \frac{y}{2} \operatorname{tg}^2 i.$$

Тъй като ъгъл  $i$  е малък, може да се приеме  $\operatorname{tgi} \approx i$ . Тогава изразите (4) и (5) с отчитане на (13) и (14) приемат вида

$$(15) \quad \varphi_{1x} = \alpha \sin \theta - \frac{x(x^2 + y^2)}{8F^3} + \frac{3x^2 + y^2}{4F^2} i - \frac{x}{2F} i^2,$$

$$(16) \quad \varphi_{2x} = \alpha \cos \theta - \frac{y(x^2 + y^2)}{8F^3} + \frac{xy}{2F^2} i - \frac{y}{2F} i^2.$$

Отчитайки, че в абсорбционния озонометър с интерференчна селективна амплитудна модулация, се осъществява Z-образен ход на лъчите, то сферичната аберация и астигматизмът в равнината на изходната диафрагма са равни на удвоените аберации на огледалото, а комата напълно се компенсира, тъй като меридиалното увеличение на системата е равно на единица, при което

$$(17) \quad \varphi_{2x} = \alpha \sin \theta - \frac{x(x^2 + y^2)}{4F^3} - \frac{x}{F} i^2,$$

$$(18) \quad \varphi_{2y} = \alpha \cos \theta - \frac{y(x^2 + y^2)}{4F^3} - \frac{y}{F} i^2.$$

Полагайки в интеграла (9)  $n = \frac{x}{L}, v = \frac{y}{H}, a = \frac{2\pi R(\lambda - \lambda_0)}{\lambda}, z = \pi R \alpha^2$  и приемайки телесния ъгъл  $\Omega$ , под който се наблюдават входната и изходна диафрагма от

главната точка на обектива, оптимален и равен на  $\frac{2\pi}{R}$ , а  $l = 2L = 2H$ , се получава нов израз за определяне на апаратната функция:

$$(19) \quad A(a) = \frac{1}{N} \int_0^{2\pi} dz \int_0^{2\pi} d\theta \int_{-1}^1 dudv f(a, \Phi_1, u),$$

при което

$$f(a, \Phi_1, u) = \begin{cases} \cos[a - \pi R \Phi_1 u] & \text{при } \Phi_2^2 < 2\pi \\ 0 & \text{при } \Phi_2^2 \geq 2\pi, \end{cases}$$

където

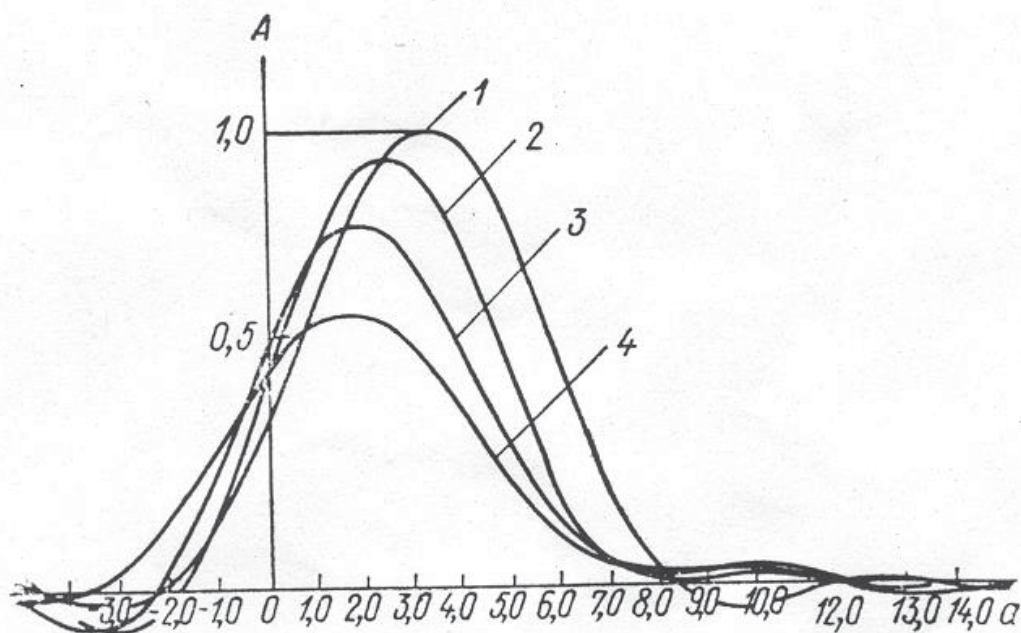
$$\begin{aligned} \Phi_1^2 &= \Phi_{1x}^2 + \Phi_{1y}^2, \\ \Phi_2^2 &= \Phi_{2x}^2 + \Phi_{2y}^2. \end{aligned}$$

Тогава

$$\begin{aligned} \Phi_{1x} &= \sqrt{2z} \sin \theta + M \left[ \frac{-u(u^2 + v^2)}{64} + \frac{3u^2 + v^2}{16} - \frac{u}{4} \right], \\ \Phi_{1y} &= \sqrt{2z} \cos \theta + M \left[ \frac{-u(u^2 + v^2)}{64} + \frac{uv}{8} + \frac{v}{4} \right], \\ \Phi_{2x} &= \sqrt{2z} \sin \theta + M \left[ \frac{-u(u^2 + v^2)}{32} - \frac{u}{2} \right], \\ \Phi_{2y} &= \sqrt{2z} \cos \theta + M \left[ \frac{-v(u^2 + v^2)}{32} - \frac{v}{2} \right]. \end{aligned}$$

Коефициентът  $M$  е свързан с относителното отверстие на обектива,  $\varepsilon = \frac{L}{2F}$ , а  $M = \sqrt{2\pi R} \varepsilon^3$ .

Стойностите на интеграла (19) са пресметнати при различни коефициенти  $M$ , което позволи построяването на последователност от апаратни функции  $A(a, M)$  при стойности на  $M$  в интервала от 0 до 20 със стъпка 0,5 (фиг. 1).



Фиг. 1. Серия апаратни функции  $A(a, M)$ : 1– $M=0$ ; 2– $M=5$ ; 3– $M=10$ ; 4– $M=15$ .

На базата на приведената графика може да се направи извода, че с увеличаване на светосилата на експериментиранияте огледални обективи, апаратната функция притежава значително изменение.

В заключение следва да се отбележи, че отчитайки допустимия спад на интензивността на апаратната функция в максимума с 3 %, в сравнение с интензивността на не изместената апаратна функция, то се оказва, че стойността на  $M$  не трябва да превишава 6 до 7. Така за обектива на абсорбционния озонотетър, при теоретична разделителна сила  $R=5 \cdot 10^5$  е разработен колиматорен обектив с относително отворстие  $\varepsilon < 1:6$ .

### Литература:

- [1]. Жеков, Ж., Оптични методи и средства за откриване на отдалечени обекти от борда на космически летателни апарати Университетско издателство «Епископ К. Преславски», Шумен, 2006. 308 с.
- [2]. Жеков, Ж., Г. Мардиросян, И. Христов, Д. Иванова. Абсорбционны ультравиолетовы озонотетър. Българско геофизично списание, Том XXIII, № 3-4, s. 50-54.
- [3]. Палазов, К., А. Манев, Ж. Жеков, П. Петков. Проект ИНТЕРБОЛ. Ултравиолетов спектрофотометър УФСИПС, Резултати по данни от бордовия компютър. Сб. Трудове НВУ «В. Левски», факултет «Артилерия, ПВО и КИС», Шумен, 2004, стр. 253-259.



THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## АЕРОКОСМИЧЕСКИ ТЕХНОЛОГИИ В БОРБАТА С ПРИРОДНИТЕ БЕДСТВИЯ

Гаро Мардиросян, Живко Жеков

## AEROSPACE TECHNOLOGIES NATIRAL HAZARDS

Garo Mardirossian, Zhivko Zhekov

**Abstract.** *Even today – at the third millennium, the human society still pays high and cruel prize due to the negative consequences of the natural hazards influence. In the learning process and the fight against these negatives a huge potential of scientists, recent technologies and resources are included. Main position in this large spectrum of actions is due to the aerospace technologies.*

*In the report the possibilities and realizations of such aerospace technologies are developed. They are focused to the prediction and warning, active prevention, the time and space disaster's behavior and damage assessment, recovery actions and communications, risk assessment and managements, monitoring and safety actions to the most important and deadly natural disasters – earthquakes, floods, tropical cyclones, forest fires and etc.*

**Key words:** *natural hazards, earthquakes, floods, aerospace methods, aerospace means*

Днес в лицето на аерокосмическите технологии човечеството разполага с мощно и перспективно оръжие за изучаване и борба с природните бедствия.

По-долу само ще се маркират някои възможности и типични резултати от приложението на дистанционните аерокосмически технологии при изучаване на различни екологични бедствия от природен произход.

### ЗЕМЕТРЕСЕНИЯ

Всяко силно земетресение се предхожда от аномално изменение на редица различни параметри – геофизични, геологични, геодезични, геохимични, геоелектрични и т.н. – в района на бъдещия епицентър. Изследването на тези параметри трябва да става синхронно на огромни

територии, обхващащи стотици и хиляди километри върху земната повърхност, в земните недра и в атмосферата. Задачата за следенето на множеството параметри с необходимите висока точност, надеждност, мащабност, експресност и оперативност, може да бъде решавана ефективно само чрез използване на аерокосмически технологии и средства.

### **Космогеология**

С появата и развитието на дистанционните аерокосмически технологии, геолозите, включително и занимаващите се с изучаване на причините, прогнозирането и последиците от силни земетресения, получиха ново мощно и уникално изследователско средство. Мащабното внедряване на новите космогеологични методи в геоложките изследвания оформи ново научно направление – *космическа геология* или *космогеология*.

### **Изучаване на сеизмоактивни разломи чрез дистанционни снимки**

При дешифрирането на получени от сателити многозонални снимки, са потвърдени известни стари разломи и са открити нови такива. Още при първите опити за дешифриране на космически снимки се оказва, че на тях се изявяват образувания, незабележими при изучаване на повърхностния слой на земната кора чрез традиционни геоложки методи. Изяснява се, че тези образувания съответстват по структура на слоеве, намиращи се дълбоко и които са установени по геофизични данни. Най-характерен пример за това са *линеаментите*, обект на интереса на геолозите вече над 150 години. Това, което днес знаем за линеаментите, до голяма степен се дължи на дистанционните аерокосмически снимки.

На космически снимки сеизмоактивните разломи имат различна морфоложка изразеност, като отделните морфоложки елементи са представени в различни съчетания. Резултат от дешифриране на космически снимки и съпоставяне на получената информация с геоложка, геоморфоложка и геофизична информация, получена по традиционните наземни методи, е възможността за класифициране на разломите по дължина, ширина, дълбочина и т.н.

От Космоса са изследвани редица сеизмоактивни разломи в Южна Америка, Тян-Шан, Средна Азия, Балканския полуостров, един от най-опасните сеизмоактивни разломи в Средна Азия – Фергано-Телаският, известния сеизмогенен разлом Сан Андреас в Калифорния и т.н. Открити са нови големи разломи в Северна Америка, Африка и др.

Важно значение за дистанционното изучаване на линеаментите имат и визуалните наблюдения от борда на пилотирувани космически кораби (ПКК), орбитални станции (ОС) и космически совалки (КС).



## **Аерокосмически методи при изучаване на последствията от катастрофални земетресения**

До началото на 90-те години на миналия век за дистанционно изучаване на сеизмодислокации след катастрофални земетресения се използват главно фотографски снимки. Обективните затруднения при неблагоприятни метеорологични условия мотивират търсене на възможности за използване и на други области на електромагнитния спектър и преди всичко на радиодиапазона. Основното предимство на радиолокационните снимки при такива изследвания е проникващата способност на радиоиз сигнала, даващо възможност за получаване на информация и за обектите и структурите, намиращи се в дълбочина, маскирани от растителна или почвена покривка, наноси и т.н.

Използването на дистанционна аерокосмическа информация дава възможности оперативно и с висока степен на обективност да се изучат и охарактеризират условията за възникване на отрицателните ефекти на сеизмичните екокатастрофи. Това може да е база за прогнозиране на опасно уязвими участъци при микросеизмичното райониране.

## **Дистанционно изследване на някои сеизмопредвестникови параметри**

### *I. Деформации на земната повърхност*

Известно е, че аномалното движение на земната повърхност, водещо до деформирането ѝ, е един от основните предвестници на сеизмична катастрофа. При това силата на земетресението е свързана с размерите на областта, в която става неговата подготовка.

Високоточните геодезични измервания с необходимата за прогностични цели експресност стават възможни благодарение на един модерен и бързо развиващ се дял на геодезичната наука – *космическата геодезия*. Тя е раздел от геодезията, в който се използват космически технологии. Космическата геодезия разполага с методи, чрез които се постигат необходимите високи точности на следене и изучаване на движенията и деформациите на земната кора в сеизмоактивните зони. Изключително ефикасни при изследване на съвременната геодинамика, а оттам и за прогнозиране на силни земетресения, са измерванията чрез GPS, при които вече е постигната точност от порядъка на милиметри.

### *II. Аномално изменение на нивото на подпочвените води*

Резултатите от сериозни научни изследвания дават основание да се предполага, че понижението и повишението на нивото на подземните води е свързано с тектонските деформации, предшестващи земетресенията.

Стационарните измервания в сондажи и кладенци не са в състояние да дадат оперативна и ефективна информация за измененията на това ниво,

годна за прогнозиране на силни земетресения. Много ценни при експресното изучаване на големи територии на аномалното изменение на нивото на подпочвените води могат да бъдат аерокосмическите технологии. Ако това се използва като сеизмопредвестников параметър, е нужна информация не толкова за абсолютните стойности, колкото за относителните изменения на нивото.

### *III. Температура на повърхностния земен слой*

Дистанционните методи и средства могат да бъдат много полезни при изучаване на друг сеизмопредвестников параметър – аномалните изменения на температурата на повърхностния земен слой в района на подготвящото се земетресение. Съвременната апаратура за дистанционно изследване на Земята в инфрачервения (ИЧ)-диапазон позволява да се осъществи мониторинг на топлинното поле с пространствена разделителна способност по-добра от 1 km, и температурна – около 0,4 °C. Някои стационарни топлинни аномалии имат променлива и по територия, и по интензивност компонента, появяват се на едни и същи места и продължават до няколко денонощия, затова на ИЧ-космически снимки се дешифрират надеждно на фона на смущенията от метеорологичен характер.

### *IV. Облачни аномалии*

Има макар и малко на брой, но категорични данни за регистрирани облачни аномалии – облачни линементи, образувани над разломи в непосредствена близост до епицентралните области на катастрофални земетресения. Този природен феномен априори е приет за проява на енергетичната активност на частта от разлома, над който възниква. Полученият извод, че някои силни земетресения се съпровождат с реакция на атмосферата, която може да се регистрира чрез космически снимки, дава надежди за използване на това явление за оценка на тектонската активност на региона и в частност на сеизмичността.

## **Дистанционни аерокосмически изследвания в палеосеизмологията**

“Където е ставало силно земетресение, там пак ще стане сеизмична катастрофа.” На този принцип се базира *палеосеизмологията* – раздел от сеизмологията, изучаващ къде и кога в миналото са ставали силни земетресения. Днес палеосеизмологичните изследвания са нискоефективни, а често и невъзможни без използването на аерокосмически технологии. В редица случаи размерите на изследваната територия са толкова големи, че търсенето на палеосеизмодислокации е затруднено дори и при широко използване на аероснимки. В тези случаи

единствената възможност са космическите снимки. Съвместното използване на аеро- и на космически снимки, допълнени с информация от наземните изследвания, позволява получаването на пълна и обективна характеристика на палеосеизмодислокациите, което е ценна база за прогнозиране на земетресения и за райониране на сеизмоактивни територии.

## **НАВОДНЕНИЯ**

### **Космическа глациология и ролята ѝ при прогнозиране на наводнения**

Аерокосмическите технологии навлизат толкова широко и ефективно в глациологията, че се оформи нов важен неин дял – *космическа глациология*. Още от самото начало на развитието на космическата метеорология изображенията на земната повърхност, получавани от Космоса, са използвани за изучаване на разпространението и на другите характеристики на снежната и ледената покривка.

Анализът на космически изображения във видимата и близката ИЧ област на спектъра позволява да се определят контурите на зоните на топящи се сняг и лед. Особено важно е това за басейните на реките, защото именно бързото топене на големи снежни и ледени маси причинява наводнения. Космическата апаратура дава възможност картирането на снега и леда да се направи с точност, по-добра от 5 %. Една от основните цели е получаване на карти-схеми на ледовата обстановка и документиране на базата на ГИС на основните параметри на леда – видовете лед, пукнатини, граници вода–лед, температура и т.н.

Космическата информация може да се използва за изчисляване на редица параметри на режимите на глациоложките обекти, а не само на контурите им.

Благодарение на космическата глациология се стига до един на пръв поглед парадокс – ние знаем за високите ледници повече, отколкото знаем за тях за по-ниските части в планините. Поради това често се налага екстраполация на данните не нагоре, а надолу.

Важното предимство на дистанционните микровълнови снимки, а именно, че облачността не влияе върху получаваните резултати, обуславя широкото използване на този вид снимки за изучаване на снежната и ледената покривка.

В резултат на сравняването на оптичната плътност на радиолокационните снимки с данните от контактни измервания и използването на база температурни данни е установена статистически най-вероятната зависимост между оптичната плътност на негативите на радиолокационните дистанционни снимки и дебелината на леда .

Възрастта на ледовете се определя и по дистанционно измерената радиояркостна температура – различават се едногодишните от многогодишните.

Важен параметър на снежната покривка, корелиращ с големината на причинените при топенето ѝ евентуални наводнения, е водният ѝ еквивалент. Познаването му е много необходимо за точното прогнозиране на количеството вода, което би се получило при стопяването на снега. Установено е, че има добре изразена зависимост между водния еквивалент и излъчвателната способност на снега в микровълновия диапазон.

Много ценна информация за прогнозиране на наводнения е и температурата на въздуха над снежните и ледените покривки. Тя е един от основните фактори, определящ динамиката на топенето им. Тази температура се измерва с дистанционни снимки в ИЧ област на спектъра, като е постигната точност около 1 °С.

Ефективни за космическата глациология са визуалните наблюдения на космонавти.

### **Дистанционно определяне на водните запаси в атмосферата**

Оценка на количеството дъжд, което е възможно да се излее над даден район, може да се направи на базата на количеството влага и вода, съдържащи се в атмосферата и в облаците над него. Проблемът за възстановяване на влаго- и водосъдържанието в атмосферата по дистанционни данни датира още от 70-те години на XX в., когато започва получаването на микровълнови изображения от сателита „Космос-243“.

Микровълновите снимки дават по-детайлна картина на пространственото разпределение на водните запаси в атмосферата, отколкото инфрачервените. Микровълнови и ИЧ данни се получават от сателити от сериите „Nimbus“, „TIROS“, „Космос“, „NOAA“, „Chimavari“ и др. Тези данни позволяват възстановяване на влаго- и водосъдържанието на атмосферата, както и на интензивността на валежите. Интегралното влагосъдържание на атмосферата се получава и по данни от свръхвисокочестотни (СВЧ) радиометри.

### **Дистанционно определяне на характеристиките на водни повърхности**

За изучаване на наводненията интерес представлява и дистанционното определяне на характеристиките на водната повърхност и на първо място на скоростта на вятъра над водата (приводния вятър) и параметрите на водните вълни.

Многобройни космически експерименти за използване на радиометрични системи в СВЧ диапазон за определяне на скоростта на приводния вятър са осъществени още чрез сателитите „Космос-243“,

„Seasat“, „Космос-1076“, „Космос-1151“, ОС „Skylab“ и др. Влиянието на облачността се намалява чрез радиометрия в няколко честоти.

Перспективни за дистанционно изследване на океана, включително и за определяне на параметрите на вятъра над водната повърхност и характеристиките на водните вълни, са активните радиолокационни методи, базиращи се на измерване на параметрите на радиосигнали, разсеяни от развълнуваната океанска повърхност.

Скоростта на вятъра над океана може да се определи на базата на скатерометрични измервания в микровълновия диапазон.

Радиолокаторът със синтезирана апертура (РСА) има специфичното свойство да изобразява водните вълни, разпространяващи се или по посока на движение на КЛА, носител на радиолокатора, или в противоположна.

Чрез дистанционни космически технологии се следи и нивото на морската повърхност. Информацията за нивото, наред с полетата на температурата на повърхностния воден слой и скоростта на приводния вятър, има важно значение за изучаване на динамиката на океана..

### **Дистанционно изследване на наводнени територии**

За прогнозиране на развитието на наводненията, както и за оценяване на щетите от тях, особено важно значение има точното определяне на залятите територии.

Дистанционните изследвания се оказаха изключително мощно и ефикасно средство за изучаване на големи наводнени територии. Особено важно значение има експресността и оперативността на тези изследвания.

Висока ефективност при изследване на повърхността на океана и на ледени покривки показаха радиолокационните системи със страничен обзор. Това мотивира използването им при изследване на залети при наводнения територии, и най-вече при дистанционното контролиране на речни разливи. Още през 1984 г., когато цялата Долноамурска долина беше залята с вода, на радиолокационните изображения разливът се дешифрира надеждно.

Една от основните задачи при изследването на катастрофални наводнения се състои в определянето на площта на зелетите територии. Автоматизирането на този процес повишава точността и оперативността.

## **ТРОПИЧНИ ЦИКЛОНИ**

### **Космическата метеорология при изучаване на тропични циклони**

Циклоните са най-лесно забележимите и разпознаващи се от Космоса природни явления, причиняващи бедствия. На космическа снимка, направена от метеорологичен сателит, даже и неспециалист може лесно да различи зараждащ се или вече зрял циклон.



Още през първото десетилетие на космическата ера се обособи нов раздел на метеорологията – *космическа (сателитна) метеорология*. Тя разработва методи за получаване и използване на метеорологична информация чрез апаратура, монтирана на метеорологични сателити..

Много ценна е получаваната чрез космическата метеорология информация за състоянието на атмосферата над океаните. На тези територии няма много наземни метеорологични станции, а именно над тях се зараждат и развиват едни от най-страшните екологични катастрофи – тропичните циклони. Затова ролята на космическата метеорология при своевременната прогноза, разпознаване и следене на циклоните е изключително важна.

Откриването и следенето на циклоните е една от основните задачи на космическата метеорологична система. Тя се състои от метеорологични сателита и съответни наземни служби и е предназначена за периодично и оперативно получаване на информация за състоянието на земната атмосфера. Орбиталните характеристики и апаратурната окомплектовка на метеорологичните сателити са съобразени с основната им цел – оперативно наблюдение на облачното покритие и топлинното излъчване на Земята. Първата космическа метеорологична система TOS е създадена през 1966 г. от САЩ и се базира на сателити от типа TIROS. Първите сериозни резултати от космическото изследване на тропични циклони се изразяват в създаване на качествени критерии за определяне на различните стадии на развитие на циклона. Установено е голямо разнообразие на структурни форми на облачните системи. Като се използват за критерии геометричните им характеристики – размери, форма, компактност на облачните маси и др., тропичните циклони са разделени на четири категории. Благодарение на аерокосмическа информация е дефиниран нов клас тропични циклони, т.нар. микротайфуни. Установен е много малкият им (до 100 km) общ размер, при сравнително голямо „око“, достигащо до 30 km. Неочакван е полученият факт, че тези микротайфуни се генерират на много ниски географски ширини.

На базата на сателитни снимки е изучен детайлно механизмът на зараждане и развитие на тропичните циклони. Благодарение на дистанционните изследвания още през първите години на сателитните наблюдения се изменят някои дотогавашни представи за тях.

Съпоставянето на космически данни за топлинния баланс на Земята с изчислените данни от наземни изследвания показва, че в действителност поглъщането на слънчева енергия от системата земна повърхност–атмосфера е много по-голямо от приеманото дотогава. Оказва се още, че циклони се образуват много по-често, отколкото се предполагаше. Това е обяснимо, защото редица циклони се образуват и разпространяват между разпръснатата по океанските острови рядка мрежа от метеостанции, без да

бъдат регистрирани от тях. Докато за метеорологичните сателити никой тропичен циклон не остава незабелязан.

Много ценни за изучаване на тропичните циклони са данните от радиофизичните комплекси на борда на сателити. Съвместният анализ на СВЧ радиометрични, радиолокационни и ИЧ изображения дава възможност да се получи информация както за полето на приводния вятър при облачност, така и за характеристиките на самата облачност и валежите. В осъществените през края на миналия век СВЧ радиометрични и радиолокационни експерименти със сателити от сериите „Космос“, „Nimbus“, „Seasat“, „Метеор“ и др., основен проблем беше недобрата пространствена разделителна способност. Значително по-добри разделителни способности се получиха при измерванията с радиолокатор със страничен обзор от борда на сателита „Океан“ и сканиращ СВЧ радиометър РМ-0,8 – съответно приблизително 2,5 x 2,5 km и 10 x 15 km. Това даде възможност за изследване на полето на приводния вятър и на хидрометеоритите с много по-голяма, недостъпна дотогава детайлност. От друга страна по-ниската работна честота на радиолокатора намалява влиянието на атмосферата при изучаване на океанската повърхност.

Един от първите примери за ефективността на радиолокационните и радиометрични изображения от борда на сателита „Океан“ е изследването на тропичния циклон „Агнес“ - 8807, генериран в северозападната част на Тихия океан на 29 юли 1988 г. Същият циклон добре се дешифрира и на ИЧ изображения, получени от геостационарния „GMS-3“.

На базата на космически изображения се изчислявани скоростите на вятъра на редица тропични циклони, определяни са посоките на движението и динамиката на развитието им. Един от първите такива сполучливи опити е при циклона Диана, вилнял праз месец септември 1984 г. над атлантическото крайбрежие на американския щат Северна Каролина.

Значителен дял в изучаването на тропични циклони имат и експериментите, провеждани с авиационни летателни апарати. Самолетната ера в метеорологията датира от 1915 г., когато немски учени изучават визуално и апаратурно турбулентността на въздушните маси, облачността и т.н. от борда на самолет. През 1921 г. в бившия Съветски съюз започват редовни метеорологични изследвания със самолетни лаборатории, включително и изследване на циклонални образувания.

Най-мощната и целенасочена научна програма за изследване на тропични циклони чрез дистанционни и контактни методи с използване на аеросредства е проведена в САЩ през периода от 1962 до 1983 г. Освен изучаване, една от главните цели на тази програма, наречена STORMFURY, е и въздействие върху интензивността и траекторията на движение на тропични циклони.

Ценни резултати относно енергетиката на тропичните циклони, взаимодействието им с океана, мезомасштабната им турбулентност и др. са получени от научната програма TOGA и програмата TROPEX.

### **Визуални наблюдения на тропични циклони**

Според повечето космонавти облачната покривка обхваща до 75–80 % от земната повърхност. А според фотографските и телевизионните космически изображения степента на облачност е по-малка. И тъй като най-пълна картина по отношение на светлинните и цветовете контрасти дават визуалните наблюдения, за да се получи най-обективна информация, се налага взаимно допълващо се комбинирано изследване на облачните системи чрез апаратурни и визуални наблюдения. Това важи и за изследване на процесите на възникване и развитие на циклони.

Още по време на първите пилотирани космически полети космонавтите наблюдават тропични циклони – от борда на ПКК „Союз-3“ през октомври 1968 г, от „Союз-4“ и „Союз-5“ през януари 1969 г. и от „Apollo-9“ през март 1969 г. Съобщенията на космонавтите позволяват да се уточнят местоположенията и да се изчислят скоростите, с които се придвижват циклоните, което е използвано за предприемане на практически мерки.

Циклони наблюдават и изследват и всички екипажи на орбиталните станции „Салют“, „Skylab“ и „Мир“.

Специалното внимание, отделено на района на Бермудския триъгълник, дава резултат. Съществуват десетки хипотези, обясняващи ставащите там странни явления. Обаче едва благодарение на визуалните наблюденията от Космоса, са установени уникалните особености на атмосферните процеси в района на Бермудския триъгълник – зараждане на мощни циклони с диаметри от няколко стотин до около 1000 km само за 3–4 часа.

Следене на зараждане и развитие на тропични циклони и предупреждение към съответните служби и ведомства, както и фотографски снимки са правени от почти всички екипажи на космическите совалки „Columbia“, „Atlantis“, „Challenger“ и „Discovery“.

Благодарение най-вече на визуалните наблюдения на космонавти от околоземна орбита може да се твърди, че на Земята средногодишно се образуват повече от 80 тропични циклона, а не петдесетина, както се смяташе допреди около 4 десетилетия.

### **Прогнозиране на тропичните циклони и изучаване на глобалния циклогенезис по аерокосмически данни**

Едно от важните условия, определящо образуването и развитието на тропичните циклони е температурата на повърхността на водата в

тропичните морета. В началото на 70-те години на миналия век започна интензивна работа по дистанционното определяне на температурата на повърхността на океана с използване на няколко спектрални канала в ИЧ диапазон на електромагнитния спектър.

Все по-голямо значение на океанографските изследвания, включително и на измерване на температурата на водната повърхност, се отдава на геостационарните сателити. Независимо от по-ниската пространствена разделителна способност на тяхната апаратура важно достоинство е високата разделителна способност по време и възможността за изследване на определен район през продължителен период от време.

През последните години в дистанционните изследвания на Земята се обособява ново направление. Негов обект е детайлното изследване на всички еволюционни фази на природните екокатастрофи, възникващи в земната атмосфера. В най-висока степен това се отнася към формирането на тропични циклони, тъй като от гледна точка на решаване на прогностични задачи именно дистанционното изучаване на момента на прехода на системата океан–атмосфера от турбулентен хаос в организирана кохерентна структура представлява най-голям интерес.

Едва през 90-те години на XX в., и то благодарение именно на космически технологии, е налице достатъчна по обем и надеждност информация, на основата на която е образувана ГИС база данни от аерокосмически наблюдения и от класически хидрометеорологични наблюдения на едромасщабни кризисни явления в земната атмосфера, годна за дефиниране на достатъчно цялостна пространствено-времева картина на глобалния циклогенезис.

Интересни за перспективите на прогнозирането на тропични циклони могат да бъдат и едновременното измерване на скоростта на вятъра, температурата и съдържанието на водни пари в средната атмосфера.

## **В У Л К А Н И**

### **Снимки и визуални наблюдения от Космоса на земния вулканизъм**

На снимките на Земята, направени от Космоса, областите на съвременен и най-нов вулканизъм отчетливо се отделят по характерните, присъщи само на тях форми на релефа.

По време на изригване, на космическа снимка се вижда шлейф от изхвърлените от вулкана дим, пепел, пари и газове, започващ от гърлото му и простиращ се на десетки, а понякога и на стотици километри. Шлейфът може да има ширина до десетки километри и мени посоката си в зависимост от посоката на вятъра.

Вулканите се различават добре и при визуални наблюдения от орбита. Още първият екипаж на ОС „Салют-6“ наблюдава големите вулкани на

Земята – Фудзияма, Етна, Ключевска Сопка, както и някои древните вулкански структури.

### **Аерокосмическо изучаване на въздействието на вулканските изригвания върху земната атмосфера**

Катастрофалните вулкански изригвания имат отрицателни последици не само в регионален, а и в глобален мащаб. Замърсяването на земната атмосфера от попадналите в нея вулкански продукти оказва влияние и върху глобалния климат.

За пръв път чрез космически технологии е изучен аерозолният облак, образувал се в стратосферата над Сахара след катастрофалното изригване на вулкана Ел Чичон на 4 април 1982 г. При измерване на яркостта на дневния хоризонт на Земята чрез радиометъра „Микрон“ от борда на ОС „Салют-7“ през лятото и есента на 1982 г. в редица случаи е регистрирано значително увеличение на яркостта на долната стратосфера. Стратосферният аерозолен слой на Ел Чичон е измерван и чрез лидари, при което е установено, че основната маса на аерозола в облака е съсредоточена във височинния диапазон 20–30 km и има максимална концентрация на височина около 23 km. Оптичната дебелина на облака е оценявана и чрез измервания на прозрачността на атмосферата, както и чрез слънчев фотометър от борда на самолетна лаборатория.

Вулканските изригвания имат отношение и към общото съдържание на озон в земната атмосфера, тъй като във вулканските газове – съединенията на сярата и на първо място серният диоксид, се съдържат компоненти, влияещи върху концентрацията на озона. Чрез сателитни наблюдения е установено, че вследствие на вулканска дейност в глобален мащаб в земната атмосфера се изхвърлят годишно около  $10^7$  t химичноактивни съединения на сярата.

### **Дистанционно изучаване на кръгови структури**

Развитието на космическите изследвания и преди всичко многобройните дистанционни снимки на земната повърхност и визуалните наблюдения на космонавти са предпоставка за взривообразно нарастване на интереса на геоспециалистите към кръговите структури.

Първите космонавти, които фотографират Земята от околоземна орбита, нямат строго фиксирани научни задачи. Те избират обектите на снимките по критерий за природна феноменалност и по степента на впечатление, което правят тези обекти от Космоса. И не случайно сред първите такива обекти, привлекли вниманието на всички космонавти, са именно кръговите структури. На фотографски снимки, направени от борда на ПКК „Восток-2“, „Gemini-4“, „Gemini-5“ и „Союз-9“ ясно се открояват



няколко кръгови структури и особено тази в Мавритания, впечатляваща с правилността на геометричната си форма.

Голями по количество и информативни по характер изображения се получават и от орбиталните станции. На тях добре се виждат кръгови структури, обусловени от подкоров вулканизъм – например на платото Боловен в Лаос. Типични примери за вулкански кръгови структури, добре дешифриращи се на космически изображения, са вулкано-тектонската кръгова структура Килиманджаро в Танзания, Фуджияма на о. Хонсю, Етна на о. Сицилия, Везувий в Италия, Арагац в Армения, Тамборо на о. Ява и др.

Кръгови структури се изучават и от борда на всички космически совалки.

### **Комплексен аерокосмически експеримент за изучаване на последствия от вулканска активност**

Най-ефективният засега комплексен аерокосмически експеримент за изучаване на последствията от катастрофално вулканско изригване е направен след изригването на вулкана Пинатубо на о. Лусон на Филипините. Изригването му на 15 юли 1991 г. след около 635-годишно затишие, има най-мощното въздействие върху земната стратосфера от всички апаратурно регистрирани досега подобни въздействия. За разлика от 1982 г. при изучаването на аерозолния слой от вулкана Ел Чичон, през 1991 г. се разполага с разнообразен комплекс от сателитна, самолетна, аеростатна и наземна апаратура, способна да изследва не само разпространението на вулканските аерозоли в земната атмосфера, но и да се наблюдава еволюцията на свойствата на вулканския аерозол и въздействието му върху радиационния режим на земната атмосфера и климат.

## **Ц У Н А М И**

### **Картографиране на шелфа и крайбрежието чрез дистанционни методи**

Мащабът на екологичната катастрофа, причинена от цунами, се определя до голяма степен от третата фаза – взаимодействието на цунами с крайбрежието, а за особено катастро-фалните цунами и от четвъртата фаза – движението на вълната по крайбрежната суша.

Независимо от математичната си коректност, всички модели на взаимодействието на цунами с шелфа и крайбрежието са апроксимационни, преди всичко поради недостатъчното познаване на техните релефи. Един възможен изход от това е картографиране с по-голяма точност на „плитката вода“, което води до повишаване на точността на численото моделиране. Съставянето на такива карти на

шелфа и крайбрежието е възможно с използване на информация, получена чрез аерокосмически технологии.

Многозоналните аерокосмически снимки на плитководни акватории са много ценни източници за изучаване на шелфа във връзка с усвояване на ресурсите му. Някои от получените по аерокосмически данни карти, като например карта на релефа на морското дъно, карта на грунта и т.н., са значително по-детайлни и по-съдържателни от направените по традиционните начини карти. Благодарение именно на дистанционните технологии за пръв път са създадени и други карти на големи акватории – например карти на подводна растителност, ландшафтни карти и т.н.

При интерпретацията на многозоналните аерокосмически снимки преди всичко се получава разделяне на различните обекти на базата на различията в спектралните им изображения – разграничават се дълбоководните от плитководните зони, дъното, заето от подводна растителност, от голото дъно, пясъците от соленищата и т.н.

На аерокосмическите снимки най-ярко се изобразени формите на дънния релеф, дешифрирането на които позволява нанасяне на изобати върху батиметричната карта. На цветни синтезирани дистанционни снимки могат да се определят цветът на грунта, както и наличие или отсъствие на дънна растителност. Тези „маскиращи“ елементи не само не пречат, но и помагат за уточняване на релефа на дъното.

Бреговата линия се картографира най-отчетливо на снимки в ИЧ зона на електромагнитния спектър, чиито вълни на практика не проникват във водата. Формите на дънния релеф се получават при комплексен анализ на снимки от синия до червения диапазон. Резултатите от дешифрирането на аерокосмически снимки на дънен релеф показват, че положителните форми по тях се дешифрират най-добре в червената зона на спектъра, а отрицателните – в синята и зелената зона.

Особено интересни данни за подводната топография са получени при експеримента NAECS. На радиолокационните изображения на югозападната част на Северно море освен основните форми на дънния релеф, се виждат и вторични форми от типа на пясъчни вълни..

### **Визуални наблюдения на океанското дъно**

Освен чрез апаратни средства, много ценна информация за океанското дъно е получена благодарение на визуалните наблюдения, извършени от космонавти от борда на ПКК, ОС и КС. Първите визуални наблюдения на океанско дъно са направени от борда на ПКК „Gemini-5“ още през 1965 г. По-късно визуални изследвания на релефа на океанското дъно от Космоса реализират редица екипажи на ПКК, ОС и КС: „Союз“, „Skylab“, „Союз-15“, „Салют-4“, „Салют-6“, „Салют-7“, „Мир“, „Columbia“, „Diskovery“, „Atlantis“ и др.

Най-благоприятни условия за визуално наблюдение на морското дъно съществуват при максимална стойност на контраста, зависещ от видимите от Космоса яркости съответно на повърхността на океана и на дъното.

Получените чрез аерокосмически технологии по-точни батиметрични карти и комплексната им интерпретация с данните от останалите природни компоненти на шелфа и крайбрежието гарантират по-висока точност на цифровото математично моделиране на вълната цунами и получаване на по-реална картина на третата и четвъртата ѝ фаза.

## **ПРАХОВИ БУРИ**

### **Дистанционно откриване и изучаване на прахови бури**

Специалисти от различни области на науката и практиката отдавна се занимават с изучаване на праховите бури, но механизмът на формирането им е окончателно изяснен едва след анализа на данните от многобройни космически снимки и визуални наблюдения от Космоса. Причината за това бе, че праховите бури възникват предимно в трудно достъпни и слабо изучени райони на Земята и се разпространяват на огромни разстояния.

Космическите технологии позволяват да се разкрият както местоположението на огнищата на прахови бури, така и да се получи информация за характера и структурата на земната повърхност в огнището и по пътя на движение на бурята. Последното е особено важно, защото освен метеорологичните фактори, решаваща роля за появяването на прахови бури играят и съставът на повърхностния почвен слой, топографията на района, здравината на закрепване на растителността върху почвата, наличието на пресъхнали езера и т.н.

Досегашният опит показва, че най-ефективни в изучаването на прахови бури са едромасштабните телевизионни изображения, получавани от метеорологични сателити.

Освен на видимите телевизионни изображения трансокеански пренос на прах от Западна Африка над Атлантическия океан се дешифрира надеждно и на топлинни ИЧ снимки, направени от геостационарни сателити.

На космически снимки са открити огнища на прахови бури и в Арабския полуостров, по бреговете на Персийския залив, в Месопотамия, по бреговете на Каспийско море, в района на Аралско море, в централночерноземните райони на Русия, в Монголия и т.н.

### **Визуално изследване на прахови бури**

Ценни сведения за праховите бури се получават и чрез визуални наблюдения от пилотираните КЛА. Първото визуално наблюдение на прахова буря от Космоса е направено от борда на ПМК „Gemini-5“ през 1965 г. Оттогава насетне десетки космонавти са наблюдавали визуално или

са фотографирали както огнища на зараждане на прахови бури, така и движението на облаци от прахови частици в атмосферата. Прахови бури наблюдават всички екипажи на ОС „Салют”, екипажите на космическите совалки „Columbia“, „Challenger“, „Discovery“ и „Atlantis“, космонавтите на борда на ОНИЛ „Мир” и МКС.

Визуални изследвания на космонавти потвърждават многогодишните изследвания на разпространението на прахови облаци, възникнали над Сахара. В началото на придвижването им над Африка плътността на праховите облаци е  $(10^4 \div 10^5)$  броя частици в  $1 \text{ m}^3$ , а над американските брегове тази плътност вече спада до около 20 частици в  $1 \text{ m}^3$ . Движейки се над океана, по-тежките частици падат в него, а по-леките достигат Америка.

По космически данни е установено, че средната продължителност на съществуване на праховите облаци е около пет денонощия.

## **ГОРСКИ ПОЖАРИ**

### **Аерокосмически мониторинг на горски пожари**

Едно от най-ефикасните приложения на дистанционните аерокосмически технологии при изучаването на екологични катастрофи е мониторингът на горски пожари. До началото на космическата ера има случаи, когато в отдалечени и труднодостъпни райони на света в продължение на седмици са горели горски пожари, без да бъдат забелязвани. Днес това не може да се случи, защото само след броени минути от началото на горски пожар той се регистрира или от апаратурата на сателити, или от космонавтите от борда на ПКК, ОС и КС.

На космически изображения горският пожар се характеризира с двата си основни елемента: огнището на огъня и димния шлейф. Шлейфът, наричан още и факел, се вижда от Космоса като тънък клин, насочен по посоката на вятъра. Понякога дължината на димния факел достига до стотици, дори и до хиляди километри. По върха на клина се определя местоположението на огнището, а по размерите му – интензивността на пожара.

За откриване на огнища на горски пожари по-ефикасни са топлинните снимки в далечната ИЧ област и СВЧ област. На тях се дешифрира и огнището на пожара, което е скрито под димния факел и е невидимо при снимките във видимата област.

Перспективни за мониторинг на горски пожари са дистанционните микровълнови снимки, защото излъчването в сантиметровия обхват прониква не само през дима, но и през облаците.

Космически снимки, на които се откриват горски пожари, се получават редовно от „Landsat“, „Meteor“, „SPOT“, „Ikonos“, „Terra“, „Aster“, „Quik Bird” и други сателити.

Много рационално за търсене на огнища на горски пожари се оказва използването на радиометъра AVHRR на борда на NOAA. При съпоставяне на информация от него с данните от авиационните служби и други наземни сведения тя се потвърждават почти на 100 %.

Получаваните от метеорологични сателити снимки на даден горски пожар са ценни и за прогнозиране на по-нататъшното му развитие. Това е така, защото на тези снимки има информация и за метеорологичните параметри, които влияят на развитието и разпространението на огъня. Метеорологичната информация е решаваща и при взимането на решение дали да се гаси огънят и да се ограничи разпространението му чрез изкуствено предизвикване на дъжд. Основен критерий за прилагането на този начин за борба с горските пожари са количеството и видът на облаците над огнището, от което пък зависи водосъдържанието им.

Перспективни за изучаване на горски пожари са безпилотните авиационни летателни средства.

Съществена роля при откриване и следене на развитието на горски пожари имат и визуалните наблюдения. Едни от първите наблюдатели на горски пожари от Космоса са екипажите на ПКК „Ароло-7“ и „Союз-3“ през 1968 г. В следващите години от борда на „Союз-6, -7, -8“, „Салют“ и „Skylab“ космонавтите откриват и следят редица пожари.

### **Използване на аерокосмически снимки за оценка на последствията от горски пожари**

Актуалността на изследването на последствията от горски пожари е обусловена от големите по мащаб и с дълготраен характер техни вредни въздействия върху екологичната обстановка на огромни територии. За оперативно, надеждно и мащабно такова изследване дистанционните аерокосмически технологии са незаменими.

Една от основните задачи е районирането на засегнатите територии по степента на нарушеност от пожарите. Опитът показва, че картите на нарушеност на горите, съставени с използване на аерокосмически снимки, дават обективна информация за състоянието на горите, подложени на продължителното влияние на пожари. Най-подходящи за такова картографиране са черно-бели и спектрозонални космически снимки, направени в периода юли–август, т.е. във времето от пълното развитие на листата в короните на дърветата до тяхното есенно оцветяване.

### **М Ъ Л Н И И**

Най-голямо значение за изучаване на мълнии има информацията, получавана от геостационарните метеорологични сателити. До началото на



80-те години на XX в. тази информация се ползва предимно за качествен анализ. Едни от първите изследвания на мълниеви разряди с космически технологии са направени чрез орбитални слънчеви обсерватории от типа OSO. За изследване на мълнии са използват оптични сензори.

По нощните изображения на Земята, получени от метеорологични сателити, чрез установяване на броя и мястото на мълниите могат да се очертаят границите на силни бури. А като индикатор за развитието им служи плътността на мълниите. При една силна буря над Флорида е изчислена плътност на мълниите около  $2,4 \cdot 10^5$  мълнии за 1 s на  $1 \text{ km}^2$ .

Първата глобална справка, включваща данни за около 20 хил. мълнии за едногодишен период е съставена по космически данни.

Мълнии са изследвани и чрез сателити от сериите NOAA, Ariel и др. Безброй мълнии наблюдават и всички, почти без изключение, космонавти. Според тях от Космоса мълниите изглеждат по-различно, отколкото от Земята. По време на буря от борда на КЛА те се виждат като „непрекъснати“ и „във всички посоки“.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Докато съществува планетата Земя, на нея неизбежно ще има природни явления и процеси с катастрофален характер. Затова една от главните задачи на човечеството е да намали до минимум отрицателните последствия от тях – човешките жертви и материалните щети. Тя може да се решава единствено чрез изучаване на природните бедствия и борба с тях с все по-ефективни методи и средства, гарантиращи навременно и надеждно прогнозиране, ефикасни предварителни мероприятия, всеобхватно следене и евентуална намеса в катастрофалното явление, експресни спасителни действия, оперативна и с висока достоверност оценка на отрицателните последствия, бързи възстановителни работи и т.н. Сред тези методи и средства основно място заемат и големи надежди се възлагат на дистанционните аерокосмически технологии.

### **Литература:**

- [1]. Мардиросян, Г. От Космоса срещу екологичните катастрофи, БАН, София, 1993, 206 с.
- [2]. Мардиросян, Г. Природни екологични катастрофи тяхното дистанционно аерокосмическо изучаване. Акад. издат. "Проф. М. Дринов", София, 2000, 386 с.
- [3]. Мардиросян, Г. Аерокосмически методи в екологията и изучаването на околната среда. Акад. издат. "Проф. М. Дринов", София, 2003, 208с.
- [4]. Мардиросян, Г. Природни бедствия и екологични катастрофи – изучаване, превенция, защита. Акад. издат. "Проф. М. Дринов", София, 2007, 308 с.



THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## ПОЛЕТ И НАУЧНА ПРОГРАМА НА ПЪРВИЯ БЪЛГАРИН В КОСМОСА

Таня Иванова

*ИНСТИТУТ ЗА КОСМИЧЕСКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ - БАН*

*E-mail: tivanova@space.bas.bg*

## FLIGHT AND SCIENTIFIC PROGRAM OF THE FIRST BULGARIAN IN SPACE

Tania Ivanova

**ABSTRACT:** On April 10, 1979 the first Bulgarian cosmonaut Georgi Ivanov together with the Russian cosmonaut Nikolai Rukavishnikov flew onboard the spacecraft "Soyuz 33". Scientists from the Bulgarian Academy of Sciences participated actively in the research and realization of the scientific program of the flight. Scientific equipment was developed for research in the field of: Space Physics – "Daga" electrophotometer, Remote Sensing of the Earth - "Spectar-15K" spectrometer, Space Biology and Medicine - "Sredetz" equipment and Space Material Science - "Pirin" first technological experiments. On April 12, due to technical failure, cosmonauts landed under extremely hazardous circumstances. The scientific program with the Bulgarian equipment was realized by the main crew of the "Salyut-6" Orbital Station, and subsequent international crews in the frame of the "Intercosmos" program.

**KEY WORDS:** Intercosmos, Georgi Ivanov, "Soyuz 33", electrophotometer, spectrometer

### ПОЛЕТЪТ

Неусетно изминаха 35 години от полета на първия български космонавт Георги Иванов на борда на космическия кораб „Съюз-33”, в екипаж с руския космонавт Николай Рукавишников, командир на кораба, летял вече два пъти в космоса (фиг. 1а). Изстрелването е на 10 април 1979 година от космодрума „Байконур” и е осъществено безвъзмездно по програмата „Интеркосмос”, която предвиждаше изпращането на по един

космонавт от всяка държава-участничка от бившия социалистически лагер на Орбиталната станция (ОС) „Салют-6” в периода 1977-1981 г. [1].

Стартът на кораба е в 20:34 часа, като дубльорите Юрий Романенко и Александър Александров, са подготвяни паралелно до последния момент. През първото денонощие всичко е нормално, направени са 17 обиколки на Земята съгласно програмата на полета. На 9 km от ОС „Салют-6” е включена радиосистемата за сближаване и стиковка, която нормално е „прихванала” станцията и е повела „Сатурните” (позивната на екипажа) към скачване. На 4 km е включен основния двигател за скачване СКД<sup>1</sup> за 6 sec след получаване на команда от ЦУП. Но след 3 sec той е спрял да работи... Приблизиха се по инерция на няколко метра от станцията и отново са опитали да включат двигателя, но той отново се е изключил сам, а екипажът на станцията Владимир Ляхов и Валерий Рюмин сигнализируют, че пламъкът на агрегатния отсек е отстрани и явно двигателят е повреден. Алексей Елисеев дава команда да не се правят повече включвания на СКД, космонавтите на „Съюз-33” да свалят скафандрите и да почиват. Но каква почивка при мисълта, че стиковката им е невъзможна и при повреден двигател полетът им е аварийен и завръщането им на Земята е под въпрос [2]?

Завръщането е не по-малко драматично, тъй като и резервният двигател се оказва не съвсем в ред... Той трябва да се изключи автоматично след 188 sec, за да кацнат с нормална скорост в определения район. Но двигателят не изключва и се налага светкавично да се вземе решение за ръчното му изключване след 25 sec. Това води до режим на изключително натоварващото балистично кацане (което се случва за пръв път с кораб „Саюз”), при което претоварването достига до 8-10g [3]! Почернялата от пламъците нагоряла обшивка на спускаемия апарат още може да се види в Музея на авиацията в Крумово (Пловдивско), където е изложена капсулата на „Союз-33”. Това кацане ще остане паметно в историята на космонавтиката - следващият полет по програма „Интеркосмос” е отложен с една година и бе създаден нов тип по-усъвършенствани кораби. Корабът „Союз-32”, който трябваше да върне основния екипаж е свален празен и след подобренията към ОС „Салют-6” за тях е изпратен „Союз-34” [4].

Това събитие е с изключително голяма историческа значимост, България става 6-та в света със свой космонавт, като изгражда и утвърждава авторитета си на нация техническа в най-новата и перспективна област на развитие на човечеството - космическите изследвания. И трябва да се говори и пише за него, за да се помни от

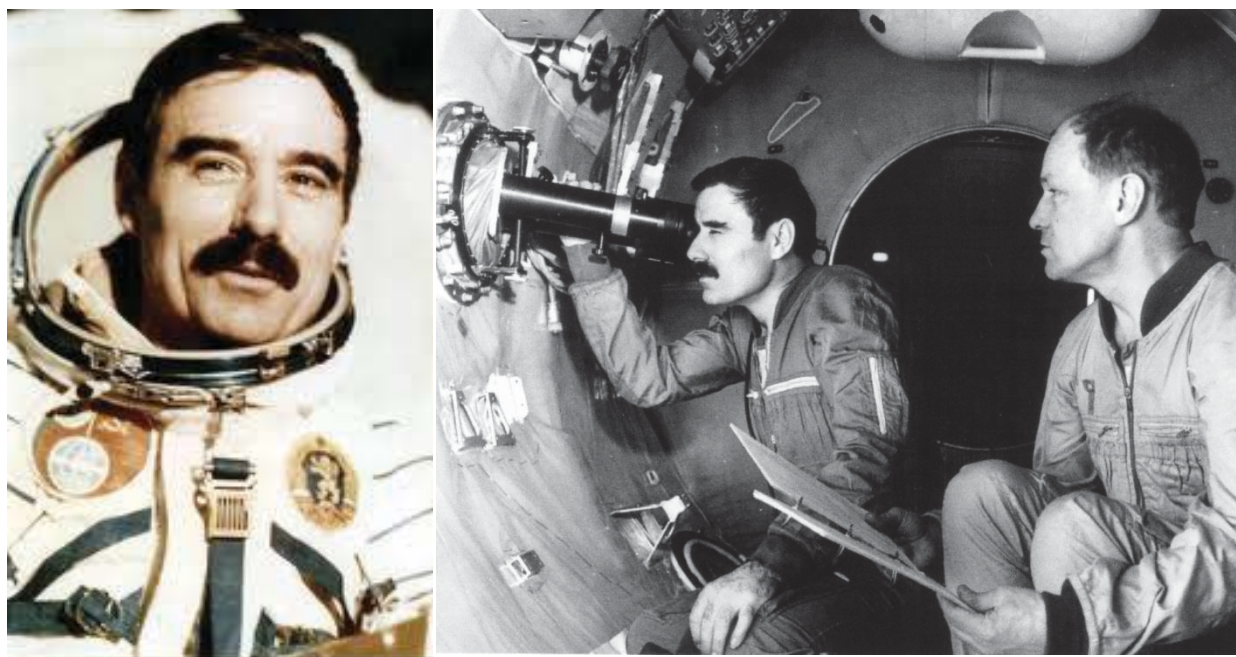
---

<sup>1</sup> Сближаващ-коригиращ двигател

поколенията, да повдига националното ни самочувствие и да се гордеем с постиженията на предшествениците си [5]!

Фактически първата научна група за директни изследвания на космоса бе създадена към Президиума на БАН десетина години преди този полет и България вече беше станала „космическа“ държава след успешното изстрелване на първия си сондов прибор П1 на борда на спътника „Интеркосмос-8“ през 1972 година. Бяха осъществени и серия от стартове на българска апаратура на няколко спътници и геофизичните ракети „Вертикал“, донесли ценни научни данни за изследване на йоносферата - изключително важен за живота ни слой на околоземното космическо пространство. Това беше осъществено в Централната лаборатория за космически изследвания (ЦЛКИ) на Българската академия на науките, с помощта на програмата „Интеркосмос“, която ни предоставяше безвъзмездно руската космическа техника (космодруми, ракети, спътници и пр.) [6].

Но най-голямото и най-вълнуващо събитие в космическата активност на България през 70-те години беше подготовката на научната програма и старта на първия ни космонавт.



Фиг.1. а) Първият български космонавт Георги Иванов; б) Наземна тренировка на екипажа с апаратурата „Дъга“ в тренажер на станцията.

### Научната програма

Много усилия и средства бяха вложени в изготвянето на научната програма за полета на Георги Иванов, както и за разработката на научната апаратура [7]. Бяха планирани и подготвени изследвания в 4 основни направления, в които българските учени имаха традиции и потенциал:



- *Космическа физика* - с апаратурата "Дъга" за измерване на собствените атмосферни емисии в екваториалната и полярната област;
- *Дистанционни методи за изследване на Земята* - с апаратурата "Спектър-15К" за измервания в инфрачервената област;
- *Космическа медицина* - с апаратурата "Средец" за психофизиологична оценка на състоянието на екипажа;
- *Космически технологии* - експерименти „Пирин“ за изясняване влиянието на безтегловността върху свойствата на материалите - бяха изпратени ампули с наши материали за изучаване на израстването на цинкови кристали по наши технологии. Получените полупроводникови селен-телурови капки с формата на лещи щяха да се използват в бързо развиващата се у нас лазерна техника.

### ***Апаратурата „Дъга“***

Идеята за "Дъга" е на проф. Митко Гогошев, ръководител на Базовата обсерватория в Стара Загора към ЦЛКИ, който предложи да се монтира фотометър на един от илюминаторите на ОС „Салют-6“ за регистриране на естествените светлинни излъчвания. Известно е, че околоземното космическо пространство е огромен резервоар от енергия, чийто източник е късовълновата слънчева радиация, при поглъщането на която от атмосферните газове се получава голямо количество йони и електрони, които акумулират голяма част от пристигналата в газовете енергия. Значително количество от тази енергия се излъчва под формата на светлина във всички посоки при възстановяването на неутралните атоми и молекули. Тази именно светлина („собствена атмосферна емисия“ или „светене на нощното небе“) отдавна представлява съществен интерес за изследване от българските учени. Идеята за апаратурата „Дъга“ не е дошла случайно: първите български електрофотометри са разработени още през 1968 г. за наблюдение от Земята. По-късни е разработена по-сложна апаратура за работа в космоса, като първия двуканален ракетен фотометър бе изстрелян на геофизичната ракета „Вертикал-6“ през 1977 г. Първият спътников електрофотометър ЕМО-1 с водещ инженер Ненчо Петков бе изстрелян на борда на автоматичната орбитална станция АУОС „Йонозонд-Интеркосмос-19“ на 27.02.1979 г. (заедно с другия българския сондов прибор П-4).

По своите възможности и качества апаратурата „Дъга“ е нов връх в българското космическо приборостроене. Предназначена е за регистриране на емисиите на кислородния атом при преминаването му от възбудено състояние в неутрално, с дължина на вълната 557,7 nm (зелена линия) и 630 nm (червена). Конструктивно се състои от два блока: "Дъга ОМ" - фотометричен с водещ инженер Стоян Съргойчев и "Дъга РД" - за



регистрация на данните - Бончо Пеев. Фотометърът ОМ се състои от фотоумножител, постояннотоков усилвател, високоволтово захранване, както и оптика, механична конструкция и оптичен визьор за насочване към явлението от страна на оператора-космонавт. Блок РД записва данните на магнитен носител (касета).

Космонавтите от първия екипаж на „Салют-6” Юрий Романенко и Георгий Гречко са забелязали при пресичането на магнитния екватор през нощта ярко светене на атмосферата на височина между 250 и 400 km над земната повърхност. Подобно явление не е било наблюдавано дотогава от нито един космически екипаж. Спешно от Земята с един от товарните кораби „Прогрес” са изпратени два оптически филтъра за визуално наблюдение и високочувствителна астрономическа фотолента за фотографиране на явлението. Тридесетсекундните фотоекспонации са показали съществуването на втори слой осветен в зелено на височина около 100 km.

Научните експерименти, които трябваше да бъдат осъществени на орбиталния комплекс „Салют-6” - „Союз-33” с помощта на фотометъра са:

- *Екватор* - изследване от борда на откритото от Ю. Романенко и Г. Гречко светене на високата атмосфера над магнитния екватор и екваториалните дъги във F-областта на йоносферата, свързани с йоносферни екваториални аномалии;
- *Полюс* - изследване на вертикалната структура на полярните сияния;
- *Емисия* - измерване на широчинното разпределение на интензивността на основните линии в спектъра на собственото светене на високата атмосфера;
- *Светене* - изследване на спектъра на светещите средноширотни дъги, което ще спомогне да се разбере по-добре физиката на явлението светене на височина около 400 km.

Апаратурата е автоматизирана във висока степен, но ролята на космонавта работещ с нея съвсем не е малка, поради което се наложи методиката на експериментите предварително да бъде „проигравана” на специална тренировъчна апаратура в тренажер на станцията (фиг. 1б).

### ***Апаратурата „Спектър-15К”***

Особено големи са възможностите на разработената от българските учени, инженери и конструктори, под научното ръководство на проф. Димитър Мишев, система за изследване на различните природни образувания и явления „Спектър-15К” (фиг. 2а). Тя позволява да бъдат изследвани и регистрирани множество дължини на вълните в близкия инфрачервен диапазон на електромагнитния спектър. Водещ инженер на системата „Спектър-15К” е ст.н.с. Стефан Ковачев и тя работи самостоятелно, и съвместно с други апаратури, като например

многоспектралната камера МКФ-6М. Главните предимства на системата спрямо предшестващите я е, че регистрира данните в цифров вид на магнитна лента с възможност за прякото им въвеждане в ЕИМ за анализ и изводи.

„Спектър-15К” може успешно да се използва за получаване на многоспектрални данни на различните природни образувания и явления и от борда на космически кораб в орбита, и от борда на орбитална станция, и от борда на самолет-лаборатория. По този начин съществено се повишава качеството на информацията, увеличават се възможностите за разпознаване и класификация на различните обекти и явления.



Фиг.2. а) Апаратурите „Спектър-15К” с блока за регистрация на данните в цифров вид на магнитна лента, б) Апаратурата „Средец”

Дистанционното изследване на Земята от космоса, за което е предназначена системата „Спектър-15К”, дава възможност за: наблюдения, измервания, регистрация на енергетичните и поляризационни характеристики на собственото и отразеното излъчване от сушата, океана, атмосферата в различните обхвати на електромагнитния спектър. Със системата може да се определи местоположението, да се опише характерът и временната динамика или изменчивост на естествените природни параметри и явления, на природните ресурси на Земята, на околната среда и антропогенните обекти и образувания.

Това е причината у нас да се отдава голямо значение на развиващите се направления на дистанционните аеро- и космически методи за изследване на Земята и разработването на прецизна експериментална апаратура за спътникови, самолетни и полигонни изследвания, както и разработването на методи за обработване на спектрални отражателни характеристики и извършването на класификации въз основа на тях. Трябва с гордост да подчертаем, че много широко приложение в рамките на програмата „Интеркосмос” получи разработената у нас серия апарати за експресно измерване на спектралните отражателни характеристики на природни образувания и явления. Тези апарати работиха безупречно (нито

един от тях не отказа в космоса!) и доставиха ценни данни не само за нас, но и за учените от целия свят.

За тогавашното време българските прибори бяха наистина уникални. Например до създаването „Спектър-15К”, подобна функция изпълняваше една немска камера с 6 канала. Нашият „Спектър” имаше 15 канала. Освен това камерата записваше данните от фотографиите на обикновена фотографска лента, докато нашият прибор записваше вече на магнитна лента в цифров вид, което беше качествено ново стъпало. И ако немската камера имаше обем малко повече от печка Раховец, нашият „Спектър” тежеше само 12 кг.

### ***Апаратурата „Средец”***

Особено високи са изискванията към психофизиологичните функции и интелектуалните процеси на космонавтите. Поради това обективното им и динамично изследване по време и след полета има важно значение за диагностициране и прогнозиране работоспособността и надеждността на космонавтите. Във връзка с това по време на космическия полет с участието на първия български космонавт бе планирано провеждането на експеримент „Оператор” с помощта на апаратурата „Средец” (фиг. 2б). Научни ръководители са проф. Кирил Златарев и д-р Георги Радковски от Военно-медицинска академия, а за разработката на апаратурата водещи инженери са ст.н.с. Стефан Чапкънов и инж. Евгени Пандов от ЦЛКИ.

Задачата на експеримента е да се оцени динамиката на умствената работоспособност на човека в процеса на приспособяване към условията на микрогравитация. Да се получат данни за влиянието на факторите на полета върху комплекс от психофизиологични функции и качества (мислителни процеси и работоспособност, внимание, оперативна памет, психо-емоционална устойчивост и др.), които имат важно значение за операторската дейност. Чрез тези изследвания се цели да се решат както някои фундаментални въпроси на космическата психофизиология, така и практически приложни задачи като разработването на експрес-критерии за оценяване на състоянието на космонавтите, подобряване на методиката и критериите на техния подбор и др.

Предвидени са още 5 био-медицински експеримента, между които и „Рецептор” за изследване на вкусовите възприятия на човека в условия на микрогравитация.

Голямо беше разочарованието ни, когато разбрахме, че поради отказ на основния двигател, достигналият на няколко километра от ОС „Салют-6” кораб „Союз-33” не може да се скачи с нея и част от нашата апаратура няма да бъдат доставени на борда ѝ, а ще изгорят... По-късно липсващата апаратура е изпратена на ОС с товарния кораб „Прогрес-6” (15.05.1979 г.). С българската апаратура работят космонавтите от основния екипаж и

от всички международни екипажи, посетили „Салют-6” по програмата „Интеркосмос” до 1981 г. Поради добрите резултати получени от „Спектър-15К” е решено да бъде щатна апаратура на следващата станция „Салют-7”.

Това беше изключително важно за подготовката на българските учени и специалисти - разработчици на научната апаратура и „генерална репетиция” за осъществяването на Националната програма “Шипка” реализирана през 1988 г. на ОС “МИР” по време на полета на втория български космонавт Александър Александров. Междувременно бяха изпълнени успешно още няколко национални и международни програми с участието на българските учени и конструктори - за изследване на Земята („България-1300” с два спътника през 1981 г.) и на другите планети от Слънчевата система („Венера-Халей”- 1984 г. и „Фобос-1,2”- 1988 г.).

И днес българските учени са търсени и желани партньори, чиито приноси са известни и признати. Те участват във високо-технологични проекти за Дистанционно изследване на Земята, за създаването на нови материали и нанотехнологии, на биотехнологии за полета на човека до Марс, за разработка на аерокосмическа техника по програми на ЕС и НАТО. Сега големите ни надежди са в новата програма на ЕС Хоризонт 2020.

## Литература

- [1] Северняк С. Когато розите стават звезди. Народна младеж, София, 1979, с. 143.
- [2] Иванов Г. Полети, Записки на космонавта. Военно издателство, София, 1981, с. 215.
- [3] Иванов Г., Време за полети. Народна младеж, София, 1987, с. 366.
- [4] Мировая пилотируемая космонавтика, История, Техника, Люди. Под ред. Ю.М. Батурина, Изд. РТСофт, Москва, 2005, с. 747.
- [5] Димитрова Б. Разговор с първия космонавт на България, 35 юбилей. ДЕМАКС-АД, София, 2014, с. 96.
- [6] Серафимов К. Космические исследования в Болгарии. Изд. БАН, София, 1979, с. 448.
- [7] Мишев Д. Космическите изследвания в България, Хора, факти и документи. Акад. Изд. „Марин Дринов”, София, 2004, с. 247.





THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## КОСМИЧЕСКИ БИОТЕХНОЛОГИИ ОСИГУРЯВАТ ПОЛЕТА НА ЧОВЕКА ДО МАРС

Таня Иванова, Иван Дандолов

ИНСТИТУТ ЗА КОСМИЧЕСКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ - БАН

E-mail: [tivanova@space.bas.bg](mailto:tivanova@space.bas.bg), [dandolov@space.bas.bg](mailto:dandolov@space.bas.bg)

## SPACE BIOTECHNOLOGIES SUPPORT MANNED FLIGHTS TO MARS

Tania Ivanova, Ivan Dandolov

**ABSTRACT:** Development of reliable biotechnologies for growing plants in space is vital for the Biological Life Support Systems (BLSS) which will be used in the future long-term manned missions to Mars and other planets. That was the main goal of one of the most successful Bulgarian projects - SVET Space Greenhouse (SG), the first automated equipment in the world, designed for long-term experiments with plants under microgravity conditions. It worked onboard the MIR Orbital Station for 10 years. International teams carried out a lot of experiments with higher plants in the frame of scientific programs "Intercosmos" and MIR-NASA, later on NSF and Mars-500. The basic scientific results demonstrated that there were no "show stoppers" for plants development under microgravity conditions - a significant step to the successful realization of the future BLSS.

**KEY WORDS:** Intercosmos, MIR Orbital Station, SVET Space Greenhouse

### Въведение

Поради изключително бързото развитие на космическата техника, мечтата на човека за полет до Марс изглежда все по-реализуема. Днес на борда на Международната космическа станция (МКС) в околоземна орбита постоянно пребивава поредният, най-малко тричленен екипаж и това не прави впечатление никому. Натрупаният опит безусловно ще послужи на бъдещата голяма цел на космонавтиката – осъществяването на полети и заселване първоначално на Марс, а по-късно и на други планети. А при полет дори до тази най-близка планета от Слънчевата система ще бъде



невъзможно корабът с космонавтите да бъде придружаван от товарни кораби с храна, вода и кислород. Единственият изход е по-голямата част от необходимите ресурси да се регенерират на място.

През 2012 г. стартира проектът “Mars One”, пръв опит за колонизиране на червената планета. Идеята е през 2025 г., четирима астронавти да достигнат до Марс и за няколко месеца да изградят обитаема станция. Планира се в бъдеще подобни станции да приютят хиляди земяни, които искат да напуснат Земята. Животът в тези станции ще се осигурява с помощта на изкуствени Биологични системи за осигуряване на живота (БСОЖ), в които ще се пресъздава земната биосфера с необходимите растителни и животински видове – достатъчно, за поддържане на нормална атмосфера, пречистване на водата и осигуряване на храната. Остава открит въпросът какви са гаранциите, че човек ще успее да се приспособи към този нов свят. И макар организаторите да са категорични, че човешката сигурност е гарантирана – много учени не споделят това мнение.

Марс е единствената подходяща за заселване планета от Слънчевата система, но условията там са крайно негостоприемни. Автоматичните станции и спускаеми апарати изследвали планетата ни дават точна информация за всичките ѝ параметри, дори и в момента там функционират 2 всъдехода и 3 автоматични ОС. Атмосферното налягане на Марс е 100 пъти по-ниско от земното, атмосферата съдържа главно въглероден диоксид (95,6%), а средните температури са с 80°C по-ниски от земните и с големи колебания през деня и нощта. Гравитацията на червената планета е три пъти по-малка от земната. Марс е суха и студена планета. За щастие през 2008 г. бяха открити големи обеми замръзнала вода под повърхността, което повиши значително шансовете за нейното колонизиране. Но Марс е твърде отдалечена от Земята - разстоянието варира между 56 и 400 милиона километра, така че даже при най-благоприятно разположение на планетите, за посещението на човека там, кацането на марсианската повърхност и завръщането му у дома при сегашните скорости ще са необходими 1,5 - 2 години. Това е и основната причина “Mars One” да предвижда изпращането на хора, поне засега - с едноразов билет.

Екип от учени и специалисти, натрупали опит в разработката на първите български сондови космически прибори, наредили страната ни сред космическите държави, още преди 30 години се включи с голям ентузиазъм към международната програма „Интеркосмос”, за да подпомогне нейното осъществяване в областта на пилотируемия полет до Марс. В рамките на Постоянно-действащата работна група по „Космическа биология и медицина” и в сътрудничество с Института по медико-биологични проблеми (ИМБП), Москва, наши учени взеха участие в *„Търсене на пътища и методи за използването на растенията и*

животните в БСОЖ”. Беше им възложено най-важното звено, осигуряващо храната и пречистването на въздуха, който дишат космонавтите - висшите растения.

Разработена бе първата автоматизирана Космическа оранжерия (КО) СВЕТ за дългосрочни изследвания с растения в условия на безтегловност. Тя бе монтирана като щатна апаратура в модул “Кристал”, скачен към ОС МИР на 10 юни 1990 г. До 2000 година в нея бяха проведени 8 многомесечни експеримента (общо 680 дни) с различни видове растения по няколко международни програми. Постигнатите уникални резултати еднозначно доказаха, че микрогравитацията не е пречка за развитието на растенията и те могат да бъдат използвани пълноценно за създаването на БСОЖ на екипажите при бъдещите им дълготрайни мисии.

Основните етапи на работа по проекта, свързана с разработката на различните модификации на апаратурния комплекс на КО СВЕТ са дадени в Таблица 1:

*Таблица 1. Етапи в разработката на Космическа оранжерия СВЕТ*

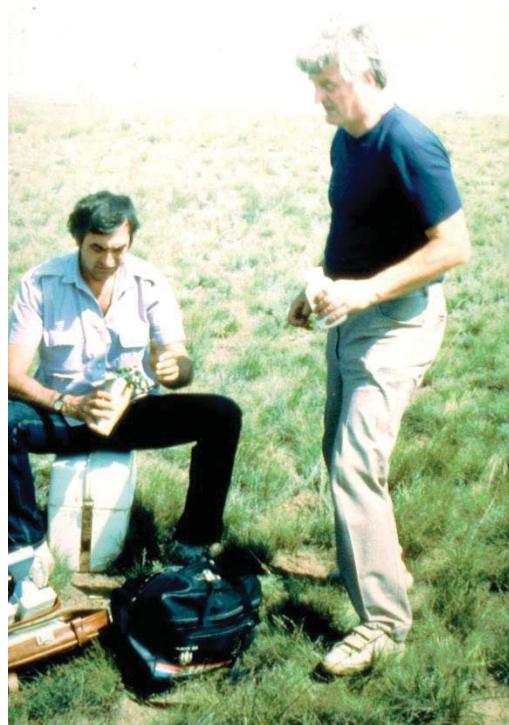
| Етап              | Описание                                                                                                     | Година на изстрелв. | Резултати                                                                                                |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1983<br>-<br>1991 | Разработка на КО СВЕТ по програма “Интеркосмос”                                                              | 1990<br>ОС МИР      | Проведени са първите дългосрочни експерименти със зеленчукови растения                                   |
| 1992<br>-<br>2000 | Разработка на КО СВЕТ-2 по програма МИР-НАСА                                                                 | 1996<br>ОС МИР      | Получени са първите семена от растенията горчица и пшеница, доказана е и репродуктивност в безтегловност |
| 2000<br>-<br>2013 | Разработка на КО СВЕТ-3 по проекти с: Бразилия, ФНИ по ННП “Космически изследвания” и Русия “Оранжерея-Марс” | -                   | Усъвършенстване на биотехнологиите за отглеждане на висши растения в условия на минрогравитация          |

Описани са накратко апаратурата и осъществените експерименти по време на всеки етап от изпълнението на проекта, свързан с разработката на всяка от модификациите на КО СВЕТ, както и получените резултати.

### **Космическите оранжерии «СВЕТ»**

Разработката и изработването на първия комплекс КО СВЕТ, както и програмното осигуряване на специализираната микропроцесорна система бе осъществено и финансирано изцяло от България. Състои се от Блок за управление и Камера за отглеждане на растенията, в която се монтират допълнително в орбита Кореновия модул и Блока за осветление (фиг. 1а).

През 1990 г. космонавтите А. Баландин и А. Соловьев проведоха първия дългосрочен експеримент със зеленчукови растения като витаминозна добавка към рациона на космонавтите. Свежи образци от 54-дневни растения бяха свалени за изследване на Земята (фиг. 1б). За пръв път бе получен кореноплод (репичка) в условия на космически полет [1].



Фиг. 1. а) Космическата оранжерия СВЕТ изстреляна на ОС МИР през 1990 г.

б) Учените Д. Величков (БАН) и А. Машинский (ИМБП) изследват на мястото на приземяването образци от свежи растения с LiCor.

Вторият период (1992-2000 г.) обхваща американо-руско-българското сътрудничество, финансирано от НАСА. Разработено бе ново поколение Космическа оранжерия - КО СВЕТ-2 с оптимизирани параметри, изстреляна на ОС МИР през 1996 г. по програмата МИР-НАСА. Към съществуващата българска апаратура американските учени от Лабораторията по космическа динамика към Университета на Юта, Логан, добавиха и своята система GEMS<sup>1</sup> за мониторинг на средата и за измерване на газовия обмен в камерата. Целта бе да се следи количеството въглероден диоксид на входа и изхода на системата. По програма МИР-НАСА-3 се проведоха от американски астронавти два последователни експеримента с пшеница сорт *Super Dwarf* с цел - получаване на пълен жизнен цикъл на развитие (от посяти на борда семена да се получат растения със семена). По време на първия 123-дневен експеримент

<sup>1</sup> Gas Exchange Measurement System



проведен от Шанън Люсид ( фиг.2а) се получиха растения с узрели класове. Джон Блаха проведе втория 42-дневен експеримент за получаване на зелени растения, които бяха замразени [2]. Образци от растенията и от двата експеримента бяха върнати за изследване на Земята. Оказа се, че космическите класове от първия експеримент не съдържат семена, въпреки усъвършенстваните биотехнологии и апаратура. Причина за стерилитета на "космическата" пшеница се оказа наличието на високи концентрации на газ етилен в атмосферата на ОС МИР, които не са вредни за екипажа и поради това не се следят от контролните уреди [3].

Програмата МИР-НАСА-5 включваше провеждането на три последователни експеримента през 1997 г. с растения горчица в сътрудничество с Университета на Луизиана, САЩ и с участието на американския астронавт Майкъл Фуул [4]. От първите "космически" семена се разви само едно растение от второ поколение, но от "земните" се получиха отново семена, с част от които се осъществи третия експеримент. С тези експерименти за пръв път бе доказана възможността за репродуктивност на растенията в безтегловност.



Фиг. 2. а) Астронавтката Ш. Люсид получи първите класове от пшеница - 1996 г. б) Космонавтът А. Калери с образци от салатени култури - 2000 г.

През 1998-1999 г. по Руската научна програма в КО СВЕТ-2 бяха проведени два последователни експеримента с нов сорт пшеница (*Apogee*), по-устойчив на високото съдържание на етилен в атмосферата на ОС МИР. Бяха отгледани първите 508 "космически" семена пшеница от 12 растения с 29 формирани класа. Част от тях бяха засети отново и беше получено второ поколение "космически" семена в условия на безтегловност [5].

Последните експерименти с растения в КО СВЕТ-2 бяха осъществени от 28-ия екипаж на ОС МИР (космонавтите Сергей Залютин и Александър Калери) през 2000 г., когато бяха засети семена от различни видове салатени култури (фиг.2б). За пръв път част от "реколтата" бе

предоставена за храна на космонавтите, които оцениха високо вкусовите й качества.

### **Подготовка на полета на човека към Марс**

Изследванията с растения продължават и през 21 век на новата Международна космическа станция (МКС). Всички големи космически сили, основни участници в изграждането ѝ, използват оранжерийни установки, даже центрофуги за изследване на влиянието на различната гравитация (0-2g) върху развитието на растенията. Българските учени също са разработили нова концепция за адаптивно управление на околната среда в камерата на следващото поколение КО СВЕТ-3 за създаване на оптимални условия при експерименти с растения [6]. Канени са да участват в различни международни проекти със своя натрупан досега опит и „ноу-хау”.

През 2000 г. бе подписан договор за сътрудничество с Бразилия (BRAZSAT) за разработка на оранжерийна установка EARM<sup>2</sup> за изследване на продуктивността на соята на борда на МКС (по програмата за полета на първия бразилски космонавт Маркос Понтес). Направена бе предварително проучване за осъществимостта на проекта<sup>3</sup>, но обективни обстоятелства попречиха на финансирането и реализацията му.

През 2003-2007 г. бяха разработени основните модули на трето поколение КО СВЕТ-3 с финансиране от ФНИ по Национална научна програма „Космически изследвания” [7]. Разработена бе и нова система за мониторинг на по-голям брой параметри на средата в листната зона и управление с помощта на ново поколение компютърна система - МЕ-4610. Проведени бяха лабораторни изследвания върху влиянието на стреса (кислородна недостатъчност в кореновата зона) върху няколко вида перспективни за БСОЖ растения [8].

През 2006-2010 г. във връзка с подготовката на полета на човек до Марс взехме участие в проекта “Оранжерея-Марс” - отново в сътрудничество с ИМБП, Москва<sup>4</sup>. Проектът се осъществяваше паралелно с експеримента „Марс-500” - наземна имитация на полет до Марс, по време на който шестима доброволци прекараха 520 дни в затворен наземен експериментален комплекс. В един от модулите бе разположена оранжерия с площ 3 м<sup>2</sup>, в която бяха отработени редица ключови въпроси свързани с техниката, биотехнологиите и нуждите на екипажа от свежа и витаминозна храна и психологическа подкрепа.

---

<sup>2</sup> Equipment for Agricultural Research in Microgravity

<sup>3</sup> Feasibility Study

<sup>4</sup> Споразумение по ЕБР между БАН и РАН в обл. на Фундаменталните космически изследвания



Възложена ни бе разработката на нов Блок за осветление на базата на светодиоди (BO-LED), който да замени използваните досега в КО СВЕТ-1, 2 флуорисцентни лампи. Изработени бяха две лабораторни установки с два вида BO-LED (с мощни и маломощни светодиоди), които са с редица съществени предимства: по-голяма яркост, енергоефективност, ниско тегло, висока надеждност и дълъг живот (100 000 часа, докато при лампите са 8 000). Осъществени бяха експериментални изследвания с различни видове растения (основно листни култури - салата и цикория) за подбор на оптимални интензитет и спектрален състав на светлината за получаване на добре развити растения [9].

Добри перспективи за участието ни в космически изследвания на МКС очакваме от сътрудничеството ни с Неаполския университет и МАРС центъра в Италия. Подписано е „Letter of interest” за партньорство в разработката на Космическа оранжерия за проекта на ЕКА “Lunar/Mars Simulator” - големи центрофуги, имитиращи гравитацията на Луната и Марс в модула „Леонардо” на МКС. В ход са преговори за включването ни в проект, свързан с разработка на БСОЖ за МКС, базиран на биорегенеративна оранжерийна система (EDEN ISS), която първоначално да бъде монтирана в Антарктида, в консорциум ръководен от Немския аерокосмически център (DLR), Бремен.

### **Заклучение**

В резултат на дългогодишните ни изследвания бе доказано, че при използването на подходящите технически средства и биотехнологии, безтегловността не е пречка за нормалния растеж и развитие на растенията и те могат да се използват като основно звено в бъдещите БСОЖ. Дадена бе „зелена улица” на учените, разработващи космическа техника и биотехнологии за по-мощните оранжерии, необходими за бъдещите междупланетни мисии на човека, както и за научно-изследователските станции на Луната и Марс. В последната програма за изследвания и иновации на ЕС „Хоризонт 2020” е отделено специално финансиране за проекти свързани с БСОЖ<sup>5</sup>. И когато орбиталните и междупланетни станции станат факт, когато извънземните бази започнат да приличат на истински селища със своите паркове и градини, в историята на космонавтиката ще остане записано, че първите автоматизирани Космически оранжерии, със „запазената марка” СВЕТ, са били проектирани и изработени в България.

---

<sup>5</sup> Call COMPET-07-2014 - Life support

## Литература

- [1] Ivanova, T.N., Yu.A. Bercovich, A.L. Mashinskiy, G.I. Meleshko. The First Vegetables Have been Grown up in the "SVET" Greenhouse by Means of Controlled Environmental Conditions. *Microgravity Quarterly*, Vol. 2, 2, 1992, pp. 109-114.
- [2] Ivanova, T.N., P.T. Kostov, S.M. Sapunova, I.W. Dandolov, F.B. Salisbury, G.E. Bingham, V.N. Sytchov, M.A. Levinskikh, I.G. Podolski, D.B. Bubenheim, G. Jahns. Six-Month Space Greenhouse Experiments - a Step to Creation of Future Biological Life Support Systems. *Acta Astronautica*, Vol. 42, Nos. 1-8, 1998, pp. 11-23.
- [3] Levinskikh, M.A., V.N. Sychev, T.A. Derendyaeva, O.B. Signalova, F.B. Salisbury, W.F. Campbell, D.L. Bubenheim and G. Jahns. Analysis of the Spaceflight Effects on Growth and Development of Super Dwarf Wheat in Greenhouse SVET. *J. Plant Physiology*, 156(4), 2000, pp. 522-529.
- [4] Musgrave, M.E., A. Kuangetal. Gravity Independence of Seed-to-seed Cycling in *Brassica rapa*. *Planta*, 210, 2000, pp. 400-406.
- [5] Levinskikh, M.A., V.N. Sychev et al. Growth and Development of Plants in a Row of Generations under the Conditions of Space Flight (Experiment Greenhouse-5). *Aviakosm. Ekolog. Med.*, 35(4), 2001, pp. 45-49.
- [6] Kostov, P., T. Ivanova, I. Dandolov, S. Sapunova, I. Ilieva. Adaptive Environmental Control for Optimal Results during Plant Microgravity Experiments. *Acta Astronautica*, Vol. 51, 1-9, 2002, pp. 213-220.
- [7] Ivanova, T.N., P.T. Kostov, S.M. Sapunova, I.I. Ilieva, S.K. Neychev. Plant Cultivation in Space: Next Steps towards the SVET-3 Space Greenhouse Project and Current Advances. *Space Technology*, Vol. 26, Nos.3-4, 2006, pp. 129-136.
- [8] Naydenov, Y., T. Ivanova, I. Dandolov, I. Ilieva. Plant Shoot Environment Monitoring and Control in the SVET Space Greenhouse. *Proceedings of the 60th International Astronautical Congress*, 12-16 October, 2009, Daejeon, Republic of Korea, Curran Associates Inc., Vol. 1, 2010, pp. 299-306.
- [9] Ilieva, I., T. Ivanova, Y. Naydenov, I. Dandolov, D. Stefanov. Plant Experiments with Light-Emitting Diode Module in SVET Space Greenhouse. *Advances in Space Research*, Vol. 46, No.7, 2010, pp. 840-845.



THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## СЪВРЕМЕННИ РАДИОЕЛЕКТРОННИ СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ И ПРЕДАВАНЕ НА ДАННИ ОТ БЛА

Георги Сотиров, Бойчо Бойчев

*ИНСТИТУТ ЗА КОСМИЧЕСКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ – БАН,*

## MODERN COMMAND, CONTROL AND DATA TRANSMISSION SYSTEMS FROM UAV

Georgi Sotirov, Boycho Boychev

*SPACE RESEARCH AND TECHNOLOGY INSTITUTE – BAS,*

**ABSTRACT:** *В статията се разглеждат въпроси, свързани с възможностите на съвременните радиоелектронни системи за управление и предаване на данни от БЛА. Показани са блоковите схеми на бордовата и наземна части на интегрираната система за управление и предаване на данни на БЛА. Приведени са данни за съвременни оптични и термовизионни системи, използвани от БЛА.*

**KEY WORDS:** *БЛА, системи за управление, системи за предаване на данни, оптични и термовизионни системи*

Безпилотните въздушни системи за разузнаване, наблюдение и контрол на земната повърхност понастоящем са получили широко разпространение и се използват при разнообразни тактически задачи и мисии на полета. Ключови елементи на тези системи са безпилотните летателни апарати (БЛА) и системите за въздушно наблюдение, включващи бордова и наземна част. Световният опит от използването на БЛА за тези цели показва, че те са най-подходящи там, където условията на експлоатация са особено екстремни и съществува неприемлив риск за операции на пилотираната авиация. Такива са разузнаване и наблюдение на строго охраняеми вражески обекти, зони, на които се провеждат бойни действия, както и райони с мащабни пожари и наводнения. В тези условия

използването на хора, е свързано с реална заплаха за техния живот и практически БЛА като средство за събиране и обработка на информация е незаменим.

БЛА, предназначени за разузнаване и наблюдение на земната повърхност, в т.ч. горски и полски пожари и наводнения трябва да отговарят на ред специфични изисквания, свързани с особеностите както на летателната, така и на техническата им експлоатация. Тези изисквания от своя страна са фактор, определящ концепцията и облика на БЛА. Необходимостта от поставянето на висококачествени средства за наблюдение на долната повърхност на БЛА с осигурен достатъчен обзор в предната и задната полусфера, нуждата от продължителен полет (в сравнение с другите класове БЛА) и др. налагат редица ограничения върху общата и аеродинамичната схема на БЛА. Към настоящия момент масово се използват БЛА от самолетен тип, доказали се с високата си надеждност и летателни характеристики. БЛА от въртолетен тип в повечето случаи не покриват необходимия диапазон от височини и скорости на полета. Масово се използва нормалната аеродинамична схема, преобладава горното разположение на крилото (XPV-1 Tern, AAI Shadow 200, CAC Systems Fox AT и др), рядко се срещат средноплощници (General Atomics Prowler).

Проведеният анализ показва, че повечето съвременни БЛА за разузнаване и наблюдение са с двигател, разположен в задната част на тялото на БЛА, снабден с тикащ движител (фиг.1). Практически не се използва предно разполагане на двигателя с теглещо витло, тъй като това усложнява значително условията на работа на средствата за наблюдение.



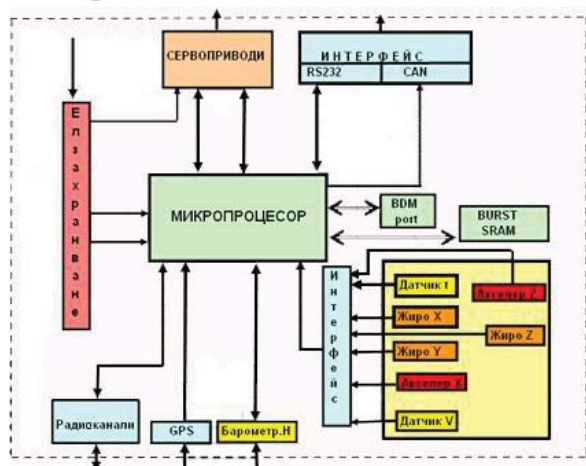
Фиг. 1

При тези БЛА, при които са използва колесник е избрана схема на колесника с носово колело. Схема на колесника с опашно колело не се употребява, поради усложнените условия на кацане на БЛА.

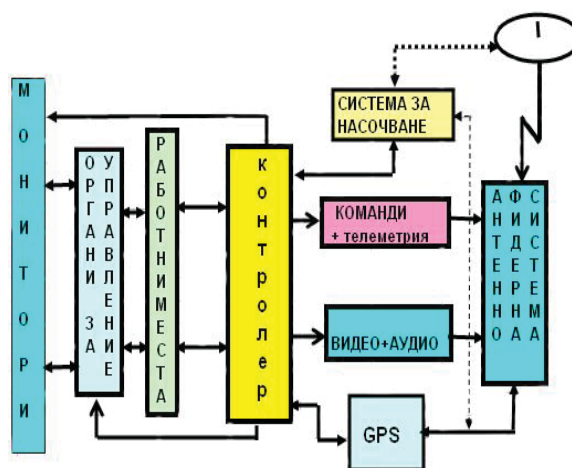
В съвременните БЛА се използват интегрирани системи за управление, навигация и предаване на данни, които осигуряват необходимите комуникации между наземния пункт и бордовите средства и системи.

За целта се използват канали за предаване от наземния пункт към БЛА и обратно, по които се предават видео, аудио и телеметрични данни.

Блоковата схема на бордовата част на интегрираната система за управление и предаване на данни е представена на фиг.2, а наземната част – на фиг.3.



Фиг.2



Фиг.3

Навигационното осигуряване има съществено значение за успешното изпълнение на поставените на БЛА задачи.

В съществуващите БЛА навигацията се извърша от бордова система за навигация и управление явяваща се интегрирана навигационна система.

За постигане на висока точност интегрираната система за навигация и управление включва в състава си бордови микропроцесор, инерциална навигационна система, система за въздушни сигнали, магнитен компас, GPS приемник и изпълнителни сервоприводи управляващи кормилните плоскости на БЛА и силовата установка.

Съвременните бордови системи за навигация и управление – (БСНУ) могат да се програмират, като в тях се въвеждат следните данни:

- време до всяка избрана точка;
- разстояние до всяка избрана точка;



- пеленг до всеки пункт за прелитане от маршрута;
- пътна скорост за достигане до избрана точка в определено време;
- курс на БЛА;
- височина на полета;
- координата на БЛА (географска ширина и дължина);
- планиран маршрут чрез задаване на пунктовете за прелитане по маршрута.

Използваното навигационното оборудване позволява да се осигурява надеждна полетна и навигационна информация дори при силно влошаване на характеристиките на полета и захранващите системи чрез неколкостепенно резервиране на авиониката работеща на различни физически принципи.

В съвременните БЛА работата на всички бордови системи се управлява от бордови компютри, като широко приложение са намерили цифрови линии за обмен на данни между отделните системи от типа MIL-STD-1553 Muxbus, ARINC 429 и RS-232 и др.

Тази концепция се базира върху използването на многофункционален процесор на борда, който обработва информацията от различни подсистеми и осигурява на оператора оптимална информация за въздушната обстановка, подпомага вземането на тактически решения, избора и управление на системите за наблюдение и разузнаване. Процесорът следи функционирането и тества изправността на системите на летателния апарат.

За осигуряване на успешното изпълнение на поставените задачи от БЛА се използват съвременни комуникационни средства. Основно те работят в честотните - VHF и UHF диапазони. За предаване на информацията от бордовите средства за наблюдение в реално време се използват високоскоростни цифрови канали.

Сравнителният анализ на основните параметри като: честотен диапазон, честотна разлика между каналите, вид на модулация, изходна мощност, чувствителност на приемника, изходен импеданс и др. на най-модерните съвременни бордови средства за управление и комуникация показва, че те зависят от основното назначение на БЛА и изпълняваните от него задачи.

Основно изискване при създаването на комуникации с БЛА се явява възможността за предаване на данни със зададена скорост и вероятност за

грешка при големи разстояния между БЛА и наземната система за управление – (НСУ).

Максималното значение на честотната лента на радиосистемата, се ограничава и зависи от работния честотен диапазон и вида на работа. Така например, за честотния диапазон 2,4 GHz лентата на заеманите честоти на ниво -3 dB не трябва да превишава 15 MHz.

Във връзка с това е целесъобразно да се използва разрешения честотен диапазон с подходящите за целта методи за разширяване на спектъра като прякото разширение на спектъра и разширяване на спектъра и псевдослучайна пренастройка на носещата честота. В този случай за осигуряване на максимална далечина на свръзка е необходимо да се използват най-ефективните енергетични методи на модулация.

Вероятността за (битова) грешка за различните видове модулация (кохерентно детектиране, идеална синхронизация, без кодиране) показват, че с увеличаване на позиционността на модулация вероятността за (битова) грешка се увеличава, т. е. за поддържане на зададено ниво на (битова) грешка е необходимо да се увеличи отношението сигнал/шум (ОСШ) на входа на приемника. Затова целесъобразно се явява използването на многопозиционна модулация само за малки разстояния между БЛА и НСУ. За осигуряване на максимална далечина на свръзката е необходимо да се използват енергийно най-изгодните видове модулация, като двоична фазова манипулация (BPSK) и квадратурна фазова манипулация (QPSK). Следва да се отбележи, че при равна енергийна ефективност на тези видове модулация, QPSK е в два пъти по-ефективна по спектър, отколкото BPSK (без да отчитаме междусимволната интерференция). В общия случай, в условията на ограничена честотна лента, най-ефективна се явява квадратурната амплитудна манипулация (QAM), което се определя от най-големите разстояния между точките в сигналното съзвездие в отличие от от простата фазова манипулация или амплитудната манипулация. В повечето случаи квадратурната амплитудна манипулация е по-ефективна, отколкото различните видове честотна манипулация. [1-3].

В съвременни условия, максималното разстояние на пряка радиосвръзка между БЛА и НСУ не надвишава 100 km. Възможно е и използването на сателитни комуникации за осъществяване на контрол и управление на БЛА. В този случай потокът на данни се ограничава от минимално необходимата информация за състоянието на БЛА, интервалът на предаване на която може да бъде, например 30 - 300 s.

Перспективно направление в развитието на системите за комуникация с БЛА се явява използването на честотния диапазон над 5

GHz. Това позволява предаването на големи обеми от данни от полезния товар на БЛА в реално време и по-малки по размери антените.

Особено голямо внимание се обръща на подобряване защитата от радиосмущения и повишаване на електромагнитната съвместимост на средствата на съвременните БЛА в сложните условия на работа.

В зависимост от далечината на полета на БЛА, в НСУ използват или антени с голям коефициент на насочено действие (КНД) или слабонасочени антени. За антените с голям КНД е необходимо използването опорни въртящи устройства и системи за следене на БЛА, тъй като ширината на диаграмата на насоченост на такива антени обикновено е по-малка от  $10^\circ$ .

Анализът на съвременното състояние и тенденциите на развитие на средствата за контрол в БЛА на развитите страни показва, че непрекъснато се работи по повишаване качеството и ефективността на бордовите апаратури за въвеждане и снемане на данни за оперативната работа в наземния команден пункт за управление. В състава на това оборудване влизат преносна касета, бордово и наземно оборудване.

Целта на използване на това оборудване е да се намали времето за подготовка на данни и тяхното въвеждане в БЛА, както и прочитане и анализ на записаните по време на полета данни.

За подготовка на данните, тяхното въвеждане в касетата и последващо прочитане на записаните по време на полета данни се използва център за оперативно планиране.

От БЛА на касетата се прехвърлят навигационни данни, списък на отказите по техниката и списък на грешките на оператора. В настоящия момент преносните касети са изготвени на съвременна елементна и технологична база, позволяваща да бъде записан голям обем от информация и възможности за бързото ѝ въвеждане и снемане.

Широко приложение са намерили системите за обмен на данни в реално време на информация за тактическата обстановка между взаимодействащите НСУ и БСУН:

- местоположение, височина, скорост на БЛА;
- информация за горивото и бордовите системи ;
- информация за наземните цели: местоположение, скорост и направление на природното бедствие и др.

Обменът на информация за целите и тактическата обстановка може да се извършва по защитен радиоканал.

Сега използваните системи за управление, навигация и управление на полезния товар на БЛА са интегрирани в бордова система за управление и навигация (БСУН). Тя позволява да се управлява цялото бордово оборудване, всички точки на подключване и режимите на полезния товар, а така също подаване на информация за състоянието и готовността.

Голямо внимание се обръща на безопасността на полетите и защитата БЛА по време на изпълнение на задачите. За тази цел в съвременните БЛА са оборудвани със системи за радиолокационно опознаване – транспондери, които осигуряват автоматично опознаване на БЛА по време полет от службите за ръководство на въздушното движение.

На БЛА може да се окачат различни по възможности и назначение полезни товари – системи за разузнаване и наблюдение, екологичен мониторинг и др. Точните конфигурации на полезния товар се определят в зависимост от оперативните цели и задачи.

Съвременните тенденции изискват различните видове външни товари да се подкачат на БЛА без каквато и да е промяна (хардуерна и софтуерна) във вътрешната архитектура на системата за управление на полезния товар.

Оперативна съвместимост на полезния товар се осъществява посредством шина за управление на данни (MIL-STD-1553 В) или чрез стандартни интерфейси (ARINC - 429, RS -232 и др.). Това премахва изискванията за специални интерфейсни устройства за всеки един тип полезен товар, който се подкачва на БЛА и улеснява смяната на вариантите на оборудването, както и по-следващото му модернизиране

Техническите системи за наблюдение се реализират като системи оптически устройства, разположени непосредствено в корпуса на БЛА и твърдо привързани към неговата конструкция или с помощта на жироостабилизиращи платформи, осигуряващи завъртане на оптичните оси на системата във всяка страна със зададена скорост. Като правило, твърдата връзка на оптическата ос на устройството с конструкцията на БЛА се използва при авиационните фотоапарати и оптически устройства за обзор в предна или друга полусфери на ЛА.

В таблица. 1 [4-6] са приведени основните тактико-технически характеристики – (ТТХ) на оптични и термовизионни системи, монтирани на безпилотни ЛА. От приведените данни е видно, че оптичните и термовизионни системи значително се отличават по размери и маса. Очевидно е, че реализирането на такива специфични изисквания като

далечина до обекта за наблюдение и високата разрешаваща способност на местността неизбежно водят до нарастване на масата и стойността тези системи.

Използването на жироостабилизиращи платформи в оптичните системи за наблюдение осигурява решението на задачата по съпровождането на избрана цел при еволюиите на БЛА в полет или изменение на пространственното положение на целта. Съвместното монтиране на телевизионна и инфрачервена камери позволява съществено да се повиши информативността на получаваното изображение, а използването на допълнителен лазерен далекомер - целеуказател дава възможност за точното определяне на относителните координати на целта

В заключение може да се отбележи, че съвременните системи за управление, контрол и предаване на данни все повече ще заемат своето място при развитието, разработването и използването на БЛА. Тяхните възможности се определят и ще се определят от нивото на техническо и технологично развитие на комуникационните и компютърни технологии, системи и средства за разузнаване и наблюдение.

Таблица 1

| Оптико-електронна система | T-STAMP<br>(Израел)                                                                 | TASE Duo<br>(САЩ)                                                                    | Colibri DUO<br>(Швеция)                                                               |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                           |  |  |  |
| Фирма - производител      | CONOTORP LTD                                                                        | Cloud Cup Technologies                                                               | DSE Control                                                                           |
| Състав                    | Термовизор<br>Видеокамера<br>Лазерен далекомер<br>Лазерен целеуказател              | Термовизор<br>Видеокамера<br>Лазерен далекомер                                       | Термовизор<br>Видеокамера<br>Лазерен далекомер                                        |
| Жироостабилизация         | По двете оси                                                                        | По двете оси                                                                         | По двете оси                                                                          |
| Размери -mm               | 230                                                                                 | 127x127x195                                                                          | 213,5                                                                                 |
| Маса - kg                 | 9                                                                                   | 1.06                                                                                 | 1.7                                                                                   |



#### **ЛИТЕРАТУРА:**

- [1]. Склад, Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение, Изд. 2-е, испр.: Пер. с англ. / – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1104 с. 2.
- [2]. Окунев, Ю. Цифровая передача информации фазомодулированными сигналами /М.: Радио и связь, 1991. – 296 с.
- [3]. Прохис, Д. Цифровая связь/Д. Прохис. – М.: Радио и связь, 2000 – 800с.
- [4]. [www.controp.com/item/T-STAMP-payload](http://www.controp.com/item/T-STAMP-payload)
- [5]. [www.cloudcaptech.com/gimbal\\_tase](http://www.cloudcaptech.com/gimbal_tase)
- [6]. [www.dse.com/gimble](http://www.dse.com/gimble)



THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## СЛЪНЧЕВ РАДИОМЕТЪР ЗА ОПЕРАТИВЕН МОНИТОРИНГ НА УВ РАДИАЦИЯ

Ангел Манев, Веселин Ташев

ИНСТИТУТ ЗА КОСМИЧЕСКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИ –  
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ  
ФИЛИАЛ СТАРА ЗАГОРА, ПК 73, 6000 СТАРА ЗАГОРА  
E-mail: [amanev@abv.bg](mailto:amanev@abv.bg), [veselinlt@abv.bg](mailto:veselinlt@abv.bg)

## SUNNY RADIOMETER FOR OPERATIONAL MONITORING OF UV RADIATION

Angel Manev, Veselin Tashev

**ABSTRACT:** This research focuses on creating an operational system for ultraviolet solar radiation analysis. The peculiarities of the existing measuring apparatus are analyzed. Optimizing the mechanical structure and the data collection process aims at the construction of a more effective ultraviolet solar radiometer, which will help the development of a national system for protecting the population from extreme solar eruptions. Described is a unique radiometer designed at the Institute for Space Research and Technology.

**KEY WORDS:** solar, ultraviolet, radiation, systems.

Оперативните данни за интензивността и дозата на естествената УВ радиация са обект на значителен научен и практически интерес. Интересът е породен от факта, че УВ радиацията е фактор на околната среда, който продължително и силно въздейства, пряко и опосредствено, на важни системи и функции на човешкия и животински организми. Въздействието най-силно се проявява върху нервната и ендокринна системи, дишането, хемодинамиката, физикохимичния и морфологичен състав на кръвта, въглеродния, белтъчен и пигментен обмен. Многообразно е въздействието на Ултравиолетовата радиация (УВ) върху кожата, която представлява своеобразен защитен орган на организма от редица вредни външни

влияния на околната среда, включително и от прекаленото УВ облъчване. УВ лъчите действат астероидно, имат антрацитно въздействие, предизвикват пигментация на кожата, оказват, в определени граници благотворно влияние на човешкия организъм. Под влиянието на интензивно УВ облъчване на кожата възниква еритема, представляваща асептично възпаление. Във всички случаи прекалената доза лъчение, погълната от живият организъм, е вредна и нежелателна.

Построяването на моментна карта на УВ приземната радиация е проблем, който все още не е разрешен за големи територии. Проблемите, освен организационни, са и технологически. На пазара липсва удобна апаратура, на чиято база да се изгради национална или регионална мрежа за измерване на УВ радиацията в реално време. Предлагащите варианти на измервателна апаратура са в един или друг аспект неприложими масово. Евтините варианти обикновено не работят с голяма точност, а точната апаратура е неприложима за изграждането на информационна мрежа.

Механизмите на поглъщане на УВ радиацията в атмосферата са достатъчно добре изучени. Изучени са донякъде и процесите на генерация на това лъчение на Слънцето. Проблемът е в невъзможността да се предвидят събития, които могат да доведат до достигане на екстремални дози УВ лъчение до повърхността на земята. Такива събития са динамиката на слънчевата активност, динамиката на дебелината на озоновия слой, динамиката на атмосферното поглъщане на радиацията. Поради тези причини е практически невъзможно да се изградят прогностични модели, които да са достатъчно адекватни за ежедневната готовност на населението за защита от прекомерна УВ радиация. Практиката показва, че трябва да се провеждат непрекъснати измервания на УВ радиацията за да се вземат необходимите мерки непосредствено след възникнало нежелано събитие. От друга страна натрупаната индивидуална доза радиация трябва да се контролира в реално време и да се предпазва кожата при достигането на определена погълната доза.

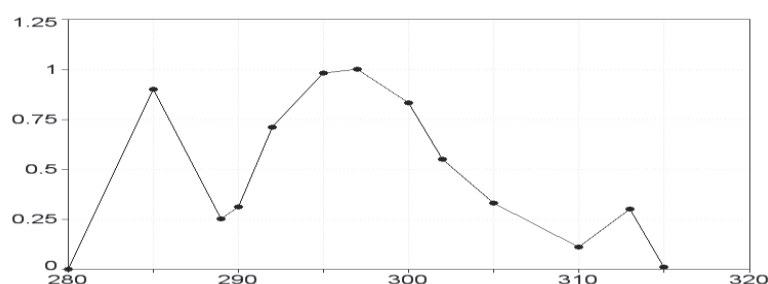
Биологичните ефекти на УВ лъчението, в различните му спектрални области, не са еднакви. Затова биолозите понякога разделят УВ спектъра на три области, които са най-важни за тяхната работа:

- Близка ултравиолетова област УВА лъчи ( UVA 315-400 nm) ;
- Средна ултравиолетова област UVB лъчи ( UVB 280-315 nm);
- Далечна ултравиолетова област UVC лъчи ( UVC 100-280 nm );

Основният източник за УВ облъчването на живите организми е Слънцето, което излъчва в много широк диапазон на дължините на вълните. Практически цялата радиация в областта UVC и 90% от тази в UVB областта се поглъщат от атмосферния озон, от водните пари, кислорода и въглеродните газове при преминаването на слънчевата светлина през земната атмосфера. Лъчението в диапазона UVA се поглъща

достатъчно слабо от атмосферата. Затова радиацията, която достига до земната повърхност, в голяма степен се състои от ултравиолетова UVA и малък дял от UVB.

От достигналата до повърхността на Земята слънчева радиация не цялата е еднакво биологично активна. Най-силно биологично активната част от UV радиацията, с дължина на вълната по-малка от 310 nm. Това представлява само 3-4% от цялата UV радиация, или около 0.1% от цялата Слънчева енергия, която достига до Земята. Еритемното въздействие на лъчението в UVB е 1000 пъти по-силно от това в UVA. На фигура 1 е показана еритемната ефективност на UV радиацията в диапазона 280-320 nm [1].



Фигура 1

Необходимостта от защита предизвиква създаването на няколко типа устройства за измерване на UV радиацията в приземната област. Реализиран е широк спектър от стационарни и мобилни индикатори на вредното за живите организми въздействие на ултравиолетовата слънчева радиация, които се използват за индивидуален контрол на мощта на тази радиация [2]. Тези устройства обикновено са предназначени за индивидуално ползване и са достатъчно евтини. Недостатъците им са много и са свързани с голямата неточност на измерваното лъчение поради редица конструктивни (използването на недостатъчно надеждни детектори) и позиционни особености (не добрата ориентация на датчика спрямо Слънцето в момента на измерването).

Спектралния характер на разсеяната светлина е различен от този на пряката слънчева радиация. Интензивността на молекулярното разсейване в атмосферата е обратно пропорционална на четвъртата степен на дължината на вълната. Съответно, всички особености на структурата на слънчевата радиация, достигаща до горната граница на атмосферата, се запазва и в спектъра на разсеяната светлина, но приносът на радиацията на късите дължини на вълните нараства. От тук и необходимостта да се измерва пряката слънчева радиация при точните количествени оценки на достигналата до земята радиация. Създадени са методики за изчисляване на пряката слънчева радиация на базата на измерената разсеяна зенитна

радиация. Тези методики обикновено изискват познаване на допълнителни параметри, например височината на Слънцето при измерване на разсеяната радиация, и други характеристики на атмосферата. Поради тези причини, при точното определяне на пряката слънчева UV радиация, не се използват данни от зенитни измервания на разсеяната радиация..

Известни са ултравиолетови радиометри при които детектиращият елемент е монтиран на неподвижна носеща конструкция и е ориентиран или към зенита или към видимото положение на Слънцето по обяд. Серията спектрални уреди UVS-BT, UVS-ET се монтират в хоризонтално положение, наблюдават директно зенита и работят в непрекъснат режим. При други радиометри за регистрация на директната слънчева радиация радиометърът е насочен към точката на обедното положение на Слънцето и регистрацията пак е непрекъсната [3]. Недостатък на този тип статични радиометри е не отчитане на ъгловата зависимост на показанията от зенитния ъгъл на моментното положение на Слънцето по денонощния му видим ход. Такива радиометри се използват при ориентировъчни метеорологични наблюдения и за предварителна информация при моделиране на слънчевите и метеорологичните процеси [4], [5] и [6].

Модификация на стационарните радиометри, при която се измерва и разсеяна слънчева радиация е известна от [7] и [8], апаратурата An Automatized Ultraviolet Spectroradiometer и произведените камери Sky View PSV-100 и PRB-100 . При тези камери пред ползването на зенитно или еклиптично насочения радиометър се монтира пластина, която закрива Слънчевия диск за да регистрира разсеяната ултравиолетова радиация. И при тези камери оставащият недостатък е ъгловата зависимост на показанията от моментното положение на Слънцето.

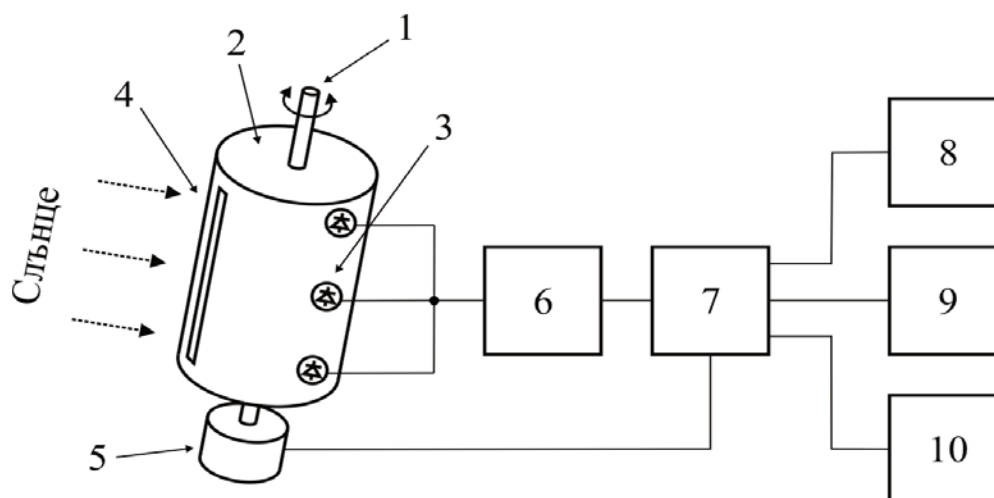
За прецизиране на регистрацията на директната Слънчева радиация са конструирани подвижни радиометри със следящи слънчевия диск системи. Известни са радиометрите Prion [7], [9], [10], [11] и [12]. Този тип радиометри се монтират върху механична система, която постоянно следи видимото положение на Слънцето и насочва радиометъра в тази посока. Предимство на монтировката се състои в голямата пространствена точност ( $0.00225^{\circ}$ - $0.0036^{\circ}$ ) при позиционирането на датчика спрямо пряката радиация и така се достига висока точност при регистрацията и. Недостатъци на този тип радиометри са сложната система за фиксиране на точното положение на слънчевия диск чрез слънчев датчик, двuosната монтировка на следящата система (съответно с два мотора), не малката маса на радиометъра – от порядъка на 5, 10 и повече килограма. Недостатък е и сложният процес на сканиране на небето за измерване на разсеяната слънчева радиация. Този тип монтировки със слънчев тракер се използват изключително при прецизни научни изследвания и са



непригодни за масово производство и разпространение за оперативен контрол [13].

Общи недостатъци на всички изброени системи и монтировки е невъзможността да бъдат използвани масово за надежден оперативен контрол на екстремални слънчеви ултравиолетови ерупции при осъществяването на здравословен мониторинг и известяване на бедствени ситуации. От една страна недостатъчната точност и надеждност а от друга сложната и тежка монтировка и управление на прецизните апаратури. Съществуващите на пазара подобни системи не позволяват да се изгради мрежа от детектори, разположени достатъчно нагъсто, за построяване на моментни карти на ултравиолетовата радиация над територията на цялата страна с необходимата за научни цели точност и същевременно за превенция на населението в реално време. За сега е известна само една национална система за следене на ултравиолетовата радиация [14]. Тази система не измерва директната радиация и предвид на сложността на детектора и високата му цена, не може да се използва масово за целите на охраната на здравето на населението. Не съществуват детектори, които да алармират при превишаване на еритемната доза. Масовият здравен мониторинг изисква евтини и опростени но надеждни радиометри, които да са неподвижно монтирани и постоянно да следят директната ултравиолетова радиация, като съевременно алармират за наличие на пикова стойност на радиацията или за натрупана опасна доза.

Задачата за създаване на оперативен радиометър, който да е достатъчно упростен за обслужване и в същото време евтин за производство, е решена чрез умелото съчетаване на въртящ се цилиндричен модул, който се върти около ос, ориентирана към северния географски полюс и непрекъсната обработка на времеви редове от получаваните данни.



Фигура 2

На Фигура 2 е показано едно примерно изпълнение на изобретения в ИКИТ-БАН слънчев ротационен радиометър [23]. Спектрометричната апаратура представлява детектиращ модул, състоящ се от кух, въртящ се около ос (1) цилиндър (2). Оста лежи в равнината на главния небесен меридиан за даденото географско местоположение и е перпендикулярна на линията определена от мястото на наблюдението и средното положение на Слънцето при горна кулминация при лятно слънцестояние и пролетно (или съответно есенно) равноденствие. Вътрешната повърхност на цилиндъра е покрита с оптически поглъщащ слой. На тази вътрешна повърхност по дължината на околната за цилиндъра повърхност, в линия един под друг са монтирани детектиращите елементи – фотодиоди (3), които са чувствителни в опасните за човека ултравиолетови области на спектъра. Срещу линията, формирана от диодите, е направен надлъжен дифрагментиращ процеп (4) с определена ширина, която определя моментното полезрение на радиометъра, така, че в полезрението да попада само видимият диаметър на Слънцето, около  $0.5^\circ$ . Регистриращите фотодиоди са свързани с електронен блок (6) и регистрираща микроконтролерна система (7). Микропроцесорната система от една страна управлява движението на електродвигателя (5), а от друга предава измерените сигнали към локална компютърна станция (9) и задейства алармираща система (8). Предвидена е и възможност за директно предаване на данните по Интернет (10) до Национален център за изследване на УВ-радиацията на повърхността на България.

В динамичен режим Слънчевия ротационен ултравиолетов радиометър работи по следния начин: Кухият цилиндър (2) се върти с постоянна скорост около оста (1). През диафрагментиращия процеп на цилиндъра светлина попада върху повърхността на детектиращите фотодиоди, показанията получавани от диодите са минимални когато през процепа не преминава светлинен поток. С приближаването на линията процеп-диод до направлението към Слънцето показанията нарастват и са максимални в момента в който Слънцето, процепа и диода попаднат на една линия, след това показанията намаляват до следващата поява на пряка слънчева светлина през процепа до диода. Чрез тази монтаж и действие на детектиращия модул се осигурява минимално отклонение на падане на слънчевата ултравиолетова радиация от нормалата към повърхността на фото диодите независимо от денонощното видимо движение на Слънцето по Небесния свод и се гарантира точността на моментните стойности на ултравиолетова радиация. Попадналата през процепа слънчева радиация върху чувствителните в съответните области фотодиоди се предава за предварителна обработка в електронния блок (6). Регистрираната радиация се предава в микроконтролерната система (7) която изпълнява управляващи функции върху електромотора (5) и чрез

специализиран софтуер обработва регистрирания времеви ред от данни, прави оценка на моментната и натрупана ултравиолетова радиация за алармиране на бедствена ситуация, при регистрирани стойности надвишаващи зададени допустими граници се включва алармираща система за известяване (8), предава непрекъснато данните към локална компютърна станция (9) или чрез Интернет (10) към научни организации или центрове за осъществяването на мониторинг на екологичен или научен контрол за защита на населението при бедствени ситуации, превантивен контрол и моментно картиране на достигналата земята ултравиолетова радиация. Разсеяната слънчева радиация се отчита в реда от данни преди и след максималната регистрирана стойност на отстояние на процепа спрямо Слънцето равно на около  $1.8^\circ$  в двете посоки, отчетено по времевия ред от данни.

Предимствата на изобретеният радиометър се състоят в следното:

1. Възможност да се регистрира абсолютната слънчева радиация в опасните за човека ултравиолетови области на спектъра при близко до перпендикуляра към повърхността на фото диодите осветяване при дневното движение на Слънцето по видимата му траектория.

2. Възможност почти едновременно да се измерва както директната слънчева радиация, така и разсеяната ултравиолетова радиация.

3. Възможност да се конструира оперативен полеви измервателен апарат за масова употреба.

4. Подобрена надеждност и повишена точност чрез възможността да се регистрира радиацията многократно в рамките на няколко секунди и възможност за статистическо натрупване.

5. Ергономичност на радиометъра и съответно простота на инсталирането му.

Апаратурите, конструирани и реализирани чрез изобретението могат да се използват в полеви условия във общински и областни обекти, в училища, ясли и детски градини както за алармиране при екстремални и опасни слънчеви ултравиолетови ерупции така и за получената радиация при продължителен престой на открито. Съществува възможност за директна Интернет връзка с логистични организации., които да информират населението при опасно, екстремално повишаване на слънчевата активност за вземане на превантивни мерки. Осигурената непрекъснатост на регистрираната радиация дава възможност за изграждането на централизирана информационна мрежа за картиране на ултравиолетова радиацията на цялата територия на държавата.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гигиена труда : учебник / Под ред. Н.Ф. Измерова, В.Ф. Кириллова. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 592 с.
- [2] [http://hellokello.en.alibaba.com/productgroupdetail-210720005/UV\\_Meter.html#products](http://hellokello.en.alibaba.com/productgroupdetail-210720005/UV_Meter.html#products)
- [3] <http://www.kippzonen.com/?product/63122/PGS+100.aspx>.
- [4]<http://www.kippzonen.com/?productgroup/29202/Scientific+Solar+Monitoring+Station.aspx>
- [5] <http://www.kippzonen.com/?productgroup/111/Solar+Instruments.aspx>
- [6] <http://www.solarlight.com/applications/radiometry.html>
- [7] <http://www.nomrec.bsu.by/english.html>
- [8] <http://www.yesinc.com/products/raduv.html>
- [9] [http://www.prede.com/astx1\\_en\\_1.pdf](http://www.prede.com/astx1_en_1.pdf)
- [10] [http://www.prede.com/astx2\\_en.pdf](http://www.prede.com/astx2_en.pdf)
- [11] <http://www.prede.com/skyradiopom011.pdf>
- [12] [http://www.eppleylab.com/instrumentation/automatic\\_solar\\_tracker.htm](http://www.eppleylab.com/instrumentation/automatic_solar_tracker.htm)
- [13] <http://www.drschulz.com/homenet/spec/suptrack1.htm>
- [14] <http://uvb.nrel.colostate.edu/UVB/index.jsf>
- [15] [www.sglux.de](http://www.sglux.de)
- [16] [www.eoc-inc.com](http://www.eoc-inc.com)
- [17] <http://www.geni-uv.com>.
- [18] <http://www.thorlabs.de/locations.cfm>
- [19] <http://www.altechna.com/contacts.php>
- [20] [www.edmundoptics.com](http://www.edmundoptics.com)
- [21] Wong CF, Toomey S, Fleming RA, Thomas BW. UV-B radiometry and dosimetry for solar measurements. Health Phys 1995; 68:175-184
- [22] <http://www.photobiology.com/v1/wong/>
- [23] Патентно ведомство на Република България, Официален бюлетин, бр.1, 31.01.2014г., стр14, София 2014.



THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## ВИСОКО НАДЕЖДНО ЗАХРАНВАНЕ НА МОДУЛЕН ПРИНЦИП ЗА ЕЛЕКТРОННА АПАРАТУРА РАБОТЕЩА НА НЕ ПИЛОТИРУЕМИ КОСМИЧЕСКИ СПЪТНИЦИ.

**Веселин Ташев, Ангел Манев**

*ИНСТИТУТ ЗА КОСМИЧЕСКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ - БЪЛГАРСКА  
АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ, ФИЛИАЛ СТАРА ЗАГОРА, ПК 73, 6000 СТАРА ЗАГОРА  
E-mail: veselinlt@abv.bg,*

## HIGHLY RELIABLE MODULAR POWER SUPPLY FOR ELECTRONIC DEVICE WORKING IN NOT PILOTING AEROSPACE SATELLITES.

**Veselin Tashev, Angel Manev**

*SPACE RESEARCH AND TECHNOLOGY INSTITUTE , BULGARIAN ACADEMY OF  
SCIENCES, STARA ZAGORA DEPARTMENT, P.O.BOX 73, 6000 ST. ZAGORA*

**ABSTRACT:** *Power supply is built on a modular basis , in the case from four independent modules . Each of these modules may be selected by a suitable voltage and current consumption , depending on the wishes of the user . This unit is designed and built from 3 standard low voltages and one high voltages of 2000 V. The output voltages are well filtered and protected from short circuit. Each module is duplicated and connected to the scheme " wire OR" to other analogous thereto. This allows in case of damage to one of the modules automatically to include the latter. Another feature of the power supply is the availability of rechargeable battery. It supports all the voltages for a specified period of time when the main power fails.*

*When main power is restored, the emergency is turned off and the battery goes into charging mode. Power supply is assembled from the factory ready-made modules from leading technology companies.*

*This peculiarity of the power supply enable it to work with greater security on board of not piloting space satellites in severe operating conditions.*

**KEY WORDS:** *power supplies, DC / DC converter.*



## **1. ВЪВЕДЕНИЕ**

Захранващия блок е изграден на модулен принцип, в случая от 4 независими модула. Всеки един от тези модули може да бъде избран с подходящо напрежение и ток на консумация в зависимост от желанието на потребителя. В настоящия блок са проектирани и вградени 3 стандартни ниски напрежения и едно високо от 2000 V. Изходните напрежения са добре филтрирани и защитени от късо съединение. Всеки модул е дублиран и свързан по схемата "проводниково ИЛИ" с другия модул аналогичен на него. Това позволява в случаите, когато се повреди един от модулите автоматично да се включи втория. Друга особеност на захранващия блок е наличието на акумулираща батерия. Тя поддържа всички напрежения за определен период от време, когато централното захранване се повреди. След като основното захранване се възстанови, аварийното се изключва и акумулаторната батерия преминава в режим на зареждане. Тези особености на захранващия блок му дават възможност да работи с голяма сигурност на борда на непилотируемите космически спътници при тежки условия на експлоатация. В случая е използвана нова технология, при която захранващия блок сам открива повредата, когато възникне такава и след това я поправя. За целта в него са монтирани два или повече идентични модули. Когато системата за контрол установи, че определен модул не работи, поради настъпила повреда, тя го изключва и автоматично включва резервния.

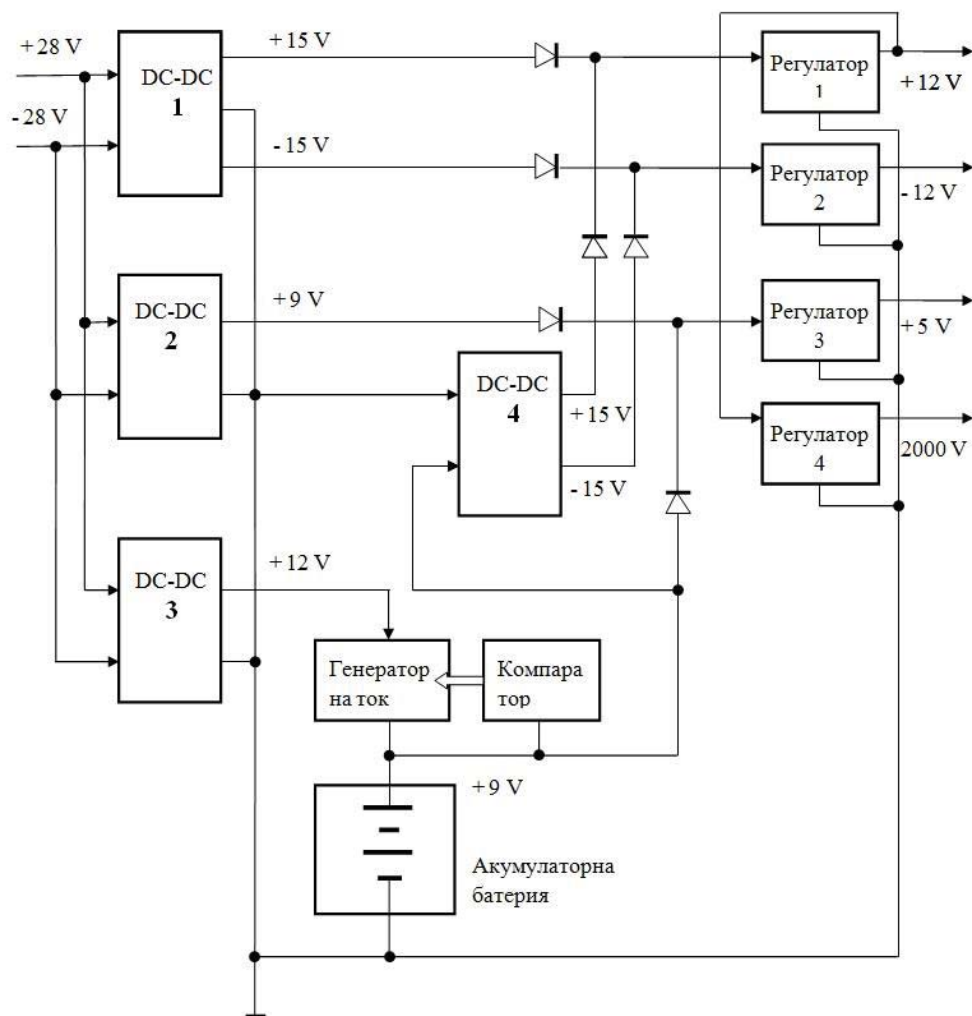
Освен висока надеждност, захранващия блок, трябва да притежава и висок к.п.д., подходящо охлаждане без вентилатор за да може да работи при тежки условия на високи и ниски температури, високи ускорения, вибрации, ниско тегло и други. Поради тази причина той е асемблиран от готови фабрично изработени модули на водещи високотехнологични компании. Използвани са нови и модерни преобразователи на напрежение от типа DC/DC, а за високоволтовото захранване - модулна блок производство на фирмата Hamamatsu, както и нови прецизни регулатори на напрежения с добра филтрация и ниско ниво на шум.

## **2. БЛОК - СХЕМА НА ЗАХРАНВАЩИЯ БЛОК.**

Първичният източник на захранване е бордовата батерия с напрежение от 28 волта. Вторичното напрежение, подавано към електронната апаратура, трябва да бъде галванически развързано от това на батерията и добре филтрирано, за да се намалят шумовете. Блок - схемата на захранващия блок е показана на фиг. 1.

Захранващият блок е построен на модулен принцип, като всеки модул представлява фабрично произведено устройство с необходимата гъвкавост, високи параметри и надеждност. Модулите в захранващия блок на фиг. 1 са означени както следва:

Модул „DC/DC преобразователи” – 4 броя от №1 - №4  
 Модул „Регулатор на високо напрежение” от 2000 V – 1 брой, №4  
 Модул „Регулатори на ниско напрежение” от +5V и  $\pm 12V$  – 3 броя от от №1 - №3  
 Модул „Генератор на ток” – 1бр.  
 Модул „Компаратор” – 1 бр.  
 Модул „Акумулаторна батерия” – 1 бр.



Фигура 1. Блок схема на захранването

Модулите „DC/DC преобразователи” преобразуват първичното бордово захранване или аварийно от батерията, в подходящо вторично. То се стабилизира и филтрира от регулаторите на ниско и високо напрежение. Изходните напрежения идващи от бордовата батерия и тези от аварийната батерия са свързани по схема „проводниково ИЛИ”. По този начин аварийното захранване се включва няколко милисекунди след отпадане на щатното захранване и се изключва веднага след неговото възстановяване.

Изглаждащите кондензатори не са показани на блоковата схема. Генераторът на ток осигурява възможно най-благоприятните условия за зареждане на акумулаторната батерия. Компараторът следи за заряда на батерията и я изключва веднага след достигане на номиналното напрежение. Това осигурява както максимален капацитет на батерията така и максималния и живот.

### **3. МОДУЛ „DC/DC ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ”.**

Отделните модули DC/DC преобразователи са производство на фирмата AIMTEC и са избрани както следва:

1. DC/DC 1 – AM6TW2415DZ. Този модул преобразува захранващото напрежение от бордовата батерия 28V в две изходящи напрежения, съответно от +15V и -15V. Той е с мощност 6 W и ток на консумация 0.2 A.

2. DC/DC 2 – AMSR1-7809-NZ. Този модул преобразува захранващото напрежение от бордовата батерия 28V в изходящо напрежение +9V. Той е с мощност 9 W и ток на консумация 0.5A.

3. DC/DC 3 – AMSRL-7812-NZ. Този модул преобразува захранващото напрежение от бордовата батерия 28V в изходящо напрежение +12V. Той е с мощност 6 W и ток на консумация 0.5A.

4. DC/DC 4 – AM6Q-0515-DZ. Този модул преобразува захранващото напрежение от акумулаторната батерия 9V в изходящи напрежения от +12V и -12V. Той е с мощност 6 W и ток на консумация 0.2 A.

Избраните чиповете съдържат в корпуса си високочестотни трансформатори с високо изолационно съпротивление, които развързват галванически входното и изходното напрежение.

Общи параметри на DC/DC преобразователите:

Висока ефективност достигаща до 85%.

Амплитуда на входното напрежение 4:1.

Работен температурен диапазон от -40°C до +85°C.

Охлаждане до 6 W – свободно въздушно.

Изолация между входа и изхода от 1500 до 3500 VDC

Изолационно съпротивление > от 1000 MΩ

Има защита от продължително късо съединение на изхода, а възстановяването след отпадане на късото съединение става автоматично.

Вътрешна честота на превключване е 260 kHz.

Честотата на превключване от 260 kHz се подтиска ефективно от мрежови П-филтър с високи технически характеристики.

Максимална амплитуда на входа от -0.7 до +40 V.

Пиково входно напрежение до 100 ms.

Вълнови шум до 20 MHz – 60 mV от пик до пик.

Тегло – 26 г

Габарити 32x21x10 мм.

#### **4. МОДУЛ „РЕГУЛАТОР НА ВИСОКО НАПРЕЖЕНИЕ”**

Устройството C9619-51 е произведено от фирмата Hamamatsu. То представлява модулен високоволтов блок предназначен за захранване на електронни фотоумножители с положително напрежение. Схемата на конструкция гарантира висока стабилност и ниска консумируема мощност. Модулът високоволтово захранване осигурява стандартните защитни функции, които са високонадеждни.

*Параметри на захранващия високоволтов модул:*

Захранващо напрежение от  $+12 \pm 0.5V$ .

Ток на консумация от 15 до 95 mA .

Изходно напрежение променящо се от +200 V до +2000 V.

Изходящ ток – 2.0 mA.

Температурен коефициент  $\pm 0.01 \text{ } \%/^{\circ}C$ .

Размери 46x24x12 mm.

Тегло 31 g.

В захранващия блок са включени защиты при обръщане поляритета на входното захранване, при продължително претоварване на изхода и късо съединение на изхода.

#### **5. МОДУЛ „РЕГУЛАТОРИ НА НИСКО НАПРЕЖЕНИЕ”**

За филтриране и стабилизация на напрежението +12V и +5V, съответно в Регулатор 1 и Регулатор 3 се използва чипът LM117A, а за филтриране и стабилизация на напрежението -12V, съответно в Регулатор 2 се използва чипът LM137A.

##### **5.1. Регулатор на положително напрежение LM117.**

Серията LM117 са регулируеми стабилизатори за положително напрежение с 3 извода. Те са в състояние да осигурят на изхода си ток от порядъка на 1.5 A при диапазон на напрежението от 1.2 до 37 V. Тези регулатори са изключително лесни за използване и се изисква само 2 външни резистора за да се определи изходното напрежение. Освен това LM117 са монтирани в стандартни транзисторни опаковки(корпуси), които лесно се прикрепват към печатната платка. Тези регулатори предлагат и пълна защита срещу претоварване, която е характерна за интегралните схеми. Освен това в чипа е предвидено лимитирано ограничаване на тока, термична защита, както и безопасна зона на защита.

##### **5.2. Приложение на регулатора на напрежение LM117 в захранващия блок.**

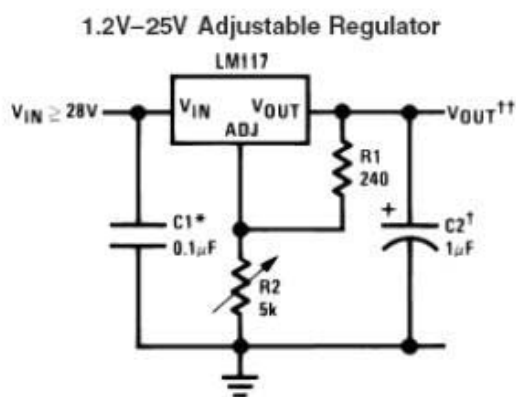
В захранващия блок е използвана схемата за типично приложение на регулатор на напрежение LM117 препоръчана от производителя и е показана на (фиг. 2).

### 5.3 Изчисляване на изходното напрежение на регулатора.

Изчисляването на изходното напрежение се извършва по формула (1)

$$(1) \quad V_{out} = 1.25 \left(1 + \frac{R2}{R1}\right) + I_{adj}(R2)$$

#### Typical Applications



Фигура 2. Регулатор на положително напрежение

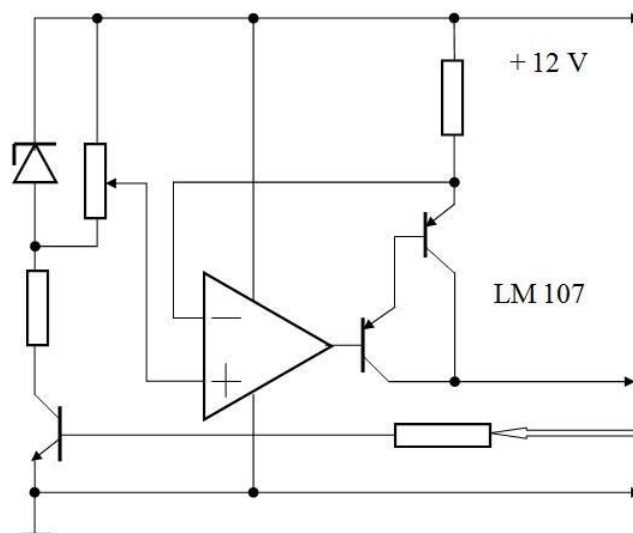
### 5.4. Регулатор на отрицателно напрежение LM 137.

Серията LM137 са регулируеми стабилизатори за отрицателно напрежение с 3 извода. Техните характеристики са много близки до тези на регулаторите LM 117 и често се използват съвместно, когато са необходими стабилизирани напрежения с различен поляритет. Регулаторите LM 137 се допълват идеално с регулаторите на положително напрежение LM 137.

## 6. МОДУЛ „ГЕНЕРАТОР НА ТОК”.

Модулът „Генератор на ток” е показан на фиг. 3.





Фигура 3. Генератор на ток.

Предназначението на този модул е да осигури стабилен ток от 0.5 A за зареждане на акумулаторната батерия. Той може да се включва и изключва от управляващия вход. Това се прави с цел от една страна акумулаторната батерия винаги да е максимално заредена, а от друга зареждането да се прекрати след достигане на номиналната стойност на нейното напрежение.

## 7. МОДУЛ „КОМПАРАТОР” И МОДУЛ „АКУМУЛАТОРНА БАТЕРИЯ”.

Акумулаторната батерия се състои от 4 елемента с номинално напрежение 1.5 V и капацитет 3000 mAh. Компараторът следи за нивото на батерията и включва генератора на ток, когато напрежението на батерията спадне под определена стойност. За целта в компаратора е въведен хистерезис, така че нивото на включване се различава от номиналната стойност на напрежението на заредената батерия. По този начин се избягва непрекъснатото превключване за заряд на батерията, което съществено удължава нейния живот.

## 8. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Така получената схема на захранване на електронна апаратура базирана на непилотируеми космически апарати отговаря на високите изисквания за ниско тегло, малки габарити, ниска разсейвана мощност и висока надеждност. Това се постига, чрез използване на малък брой готови модули изпълняващи определени функции. Модулите са фабрично производство с гарантирано от фирмата производител високо качество, надеждност и стабилни характеристики в широк температурен диапазон. Надеждността на целия захранващ блок се гарантира от малкото на брой външни връзки между модулите, като самите те са с висока надеждност.

В резултат на това проектиране с помоща на готови модули се получава компактен и миниатюрен захранващ блок състоящ се от:

1. Модул Регулатор на високо напрежение с габаритни размери 62x45x15 мм и тегло 100 грама – 1 брой, който е показан на фиг.4.



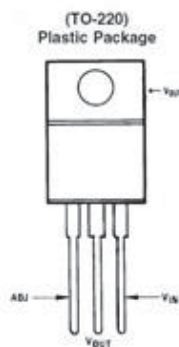
*Фигура 4. Регулатор на високо напрежение*

2. Модул DC/DC преобразователи с габаритни размери 32.25x21.35x10.5 мм и тегло 26 гр. – 4 броя, които са показани на фиг. 5.

3. Модул регулатори на ниско напрежение в стандартен пластмасов транзисторен корпус с габаритни размери 10.16x14.48x4.45 мм - 3 броя, които са показани на фиг. 6.



*Фигура 5. DC/DC преобразователи*



Фигура 6. Регулатори на ниско напрежение

Модулите генератор на ток и компаратор се състоят от по един чип със стандартен корпус и няколко дискретни елемента.

Всички модули са пригодни за монтаж на печатна платка. По желание на потребителя могат да се добавят и други захранващи напрежения, като за целта се подменят или добавят съответните DC/DC преобразователи и регулатори на напрежение.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Aimtec “Application of DC-DC converters.
- [2] HAMAMATSU “Photon counting, using Photomultiplier Tubes.



THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## ИЗМЕРВАНИЯ НА ОЗОНА НАД СТАРА ЗАГОРА, БЪЛГАРИЯ, С УЛТРАВИОЛЕТОВИЯ СКАНИРАЩ СПЕКТРОФОТОМЕТЪР “ФОТОН-2”

Богдана Мендева <sup>1</sup>, Димитър Кръстев <sup>1</sup>, Боян Петков <sup>2</sup>

<sup>1</sup> ИНСТИТУТ ЗА КОСМИЧЕСКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ,  
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ, ФИЛИАЛ СТАРА ЗАГОРА,  
6000 СТАРА ЗАГОРА, П.К. 73, БЪЛГАРИЯ,  
E-mail: [bmendeva@abv.bg](mailto:bmendeva@abv.bg)

<sup>2</sup> ИНСТИТУТ ПО АТМОСФЕРНИ НАУКИ И КЛИМАТ, НАЦИОНАЛЕН  
ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКИ СЪВЕТ, БОЛОНЯ, ИТАЛИЯ,  
E-mail: [b.petkov@isac.cnr.it](mailto:b.petkov@isac.cnr.it)

## MEASUREMENTS OF OZONE OVER STARA ZAGORA, BULGARIA, WITH ULTRAVIOLET SCANNING SPECTROPHOTOMETER “PHOTON-2”

Bogdana Mendeva <sup>1</sup>, Dimitar Krastev <sup>1</sup>, Boyan Petkov <sup>2</sup>

<sup>1</sup> SPACE RESEARCH AND TECHNOLOGY INSTITUTE, BULGARIAN ACADEMY OF  
SCIENCES, STARA ZAGORA DEPARTMENT, 6000 STARA ZAGORA, PO BOX 73,  
BULGARIA

<sup>2</sup> INSTITUTE OF ATMOSPHERIC SCIENCES AND CLIMATE, NATIONAL RESEARCH  
COUNCIL, BOLOGNA, ITALY

**ABSTRACT:** This paper presents the description and the operation principle of the ultraviolet scanning spectrophotometer Photon-2, based at Stara Zagora Department of SRTI-BAS. The instrument measures the direct solar radiation in the range 255 – 400 nm with 1 nm resolution. The total ozone content (TOC) is determined from the obtained ultraviolet spectra, applying the Bouguer-Lambert law. Results for TOC over Bulgaria, obtained with Photon-2 are presented and they are compared to satellite data ( GOME, TOMS-EP, SCIAMACHY ).

**KEY WORDS:** Total ozone content (TOC), UV solar radiation, Spectrophotometry.

## Увод

Изследванията върху озона започват в първите две десетилетия на XX век. Интересът е предизвикан вследствие развитието на молекулярната спектроскопия. Определени са сеченията на поглъщане на различни газове и на първо място на кислорода. Намерено е, че триатомната молекула на кислорода – озонът, има много силна ивица на поглъщане в диапазона 200 – 300 nm. Още тогава става ясно, макар и не напълно, че озонът поглъща опасната за живота на Земята слънчева ултравиолетова радиация. В Оксфорд, Великобритания през 1924 г. започват първите редовни измервания върху общото количество на атмосферния озон. У нас изследванията на озона започват през 60-те години под ръководството на проф. Румен Божков.

Интересът към темата “озон” взривно нараства след 1985 г. Това става, след като английските учени Фармър, Гардинър и Шанклин съобщават, че по данни от английската антарктическа станция Холи Бей озоновият слой над Антарктида е силно изтънял. След тази публикация американските учени преразглеждат данните, получени от метеорологичния спътник NIMBUS и установяват, че озоновата депресия над Антарктида се “усеща” още през 1975 г.

По-късно, след 1997 г. е констатирано, че озоновата депресия се появява и над Арктика, в началото на пролетта над северното полукулово. Установено е, че “пропукването на озоновия щит” се наблюдава и над Европа и въобще – и над средни ширини. Намерено е, че фреоните, които масово се емитират в атмосферата от различни клонове на индустрията са основните причинители на озоновата депресия. Други фактори могат да бъдат полетите на авиацията в горната част на тропосферата и в стратосферата, стартовете на различни ракети, а вероятно и други човешки дейности.

Констатирани са вече ефекти от изтъняването на озоновия слой. Така например, изследователи свързват ежегодната силна тенденция в нарастването на броя на заболялите от рак на кожата в Австралия, с “дупката” над Антарктида. Предполага се, че вследствие на нея, слънчевата ултравиолетова радиация прониква с по-висока интензивност до земната повърхност и предизвиква това заболяване.

Днес могат да се очертаят следните нерешени проблеми при изследването на озона:

### 1. В глобален мащаб:

- морфологични – до каква степен (по време и пространство) се появява “петниста структура” в озона на средни ширини;
- какъв е характерният размер на петната ;
- други механизми за антропогенно въздействие (освен фреоните и полетите на авиацията и космонавтиката) върху озоновия слой;



- връзки между промените в общото количество на озона и неговото вертикално разпределение;
  - връзки с промените на климата;
  - до каква степен сегашната химична замърсеност на атмосферата с различни замърсители ще послужи за бъдещото разрушаване на озона.
2. В регионален мащаб:
- има ли устойчива тенденция в намаляването на озоновото съдържание над България и над Балканите;
  - връзка на локалните и регионални промени с глобалните промени в озона.

### **Апаратура и метод на измерване**

От 1997 г. досега във Филиала на ИКИТ – БАН в Стара Загора се натрупа значителен опит в работата по проблемите на озона – както в инструментално отношение, така и по обработката на наземни и спътникови данни. Основният уред, който се използва, е ултравиолетов сканиращ спектрофотометър (УСС) “Фотон-2”. Уредът е съвместна разработка на специалисти от Централната лаборатория по слънчево-земни въздействия (сега Институт за космически изследвания и технологии) и Института по астрономия – БАН [1,2].

Уредът е предназначен за измерване на директната слънчева ултравиолетова радиация, което налага прецизно следене на Слънцето. В качеството на слънчево-следяща система се използва паралактичната установка за водене на телескопа във Филиала на ИКСИ в Стара Загора.

УСС “Фотон-2” се състои от 4 основни блока:

- Блок “Датчик”;
- Блок “Управление”;
- Блок “Захранване”;
- Персонален компютър.

Накратко ще бъдат разгледани съставът и принципът на работа на отделните блокове.

#### **1. Блок “Датчик”.**

Според оптичната си схема уредът представлява модифициран Сейа-Намиока монохроматор. Полезрението на уреда се определя от обектив и входен процеп. Премаващата през тях светлина попада на сферично вдлъбната холографска дифракционна решетка. Диспергираната светлина попада на изходния процеп, който отделя монохроматична светлина, регистрираща се от фотоумножител, работещ в режим на броене на фотони. Сканирането по спектъра се осъществява чрез завъртането на дифракционната решетка на определен ъгъл, с център на въртене,

съвпадащ с центъра на сферичната повърхност. Необходимата точност на завъртане на решетката се осъществява от прецизен сканиращ механизъм. Стъпките на сканиране са 144 в спектралния диапазон 255 – 400 nm с разделителна способност 1 nm и точност на позициониране 0.2 nm.

Дифракционната решетка, производство на фирмата “Jobin-Yvon” е вдлъбната с радиус на кривината 224 mm, брой на щрихите – 1200/mm и покритие Al+MgF<sub>2</sub>.

Фотоелектронният умножител е с катод от MgF<sub>2</sub> и има диапазон на спектрална чувствителност от 150 до 400 nm.

## 2. Блок “Управление”.

Това е основният блок на спектрофотометъра, който осъществява цялостното управление на уреда, обработката и предаването на получената информация от измерванията. Получените от фотоумножителя импулси се усилват и дискриминират с цел да се премахнат паразитните импулси от тъмновия ток. Тези импулси се подават на броячен възел с капацитет 16777215 импулса. Така получената информация се прочита от микроконтролера на системата, който я формира във файл от данни, съгласно зададения режим на работа. Освен това микроконтролерът чете текущата позиция и управлява стъпковия двигател на сканиращия механизъм на дифракционната решетка. За целта са предвидени датчици за начало и край на цикъла, както и датчик на стъпката.

## 3. Блок “Захранване”.

Чрез този блок се осигуряват всички захранващи напрежения, необходими за работата на отделните блокове на УСС “Фотон-2”.

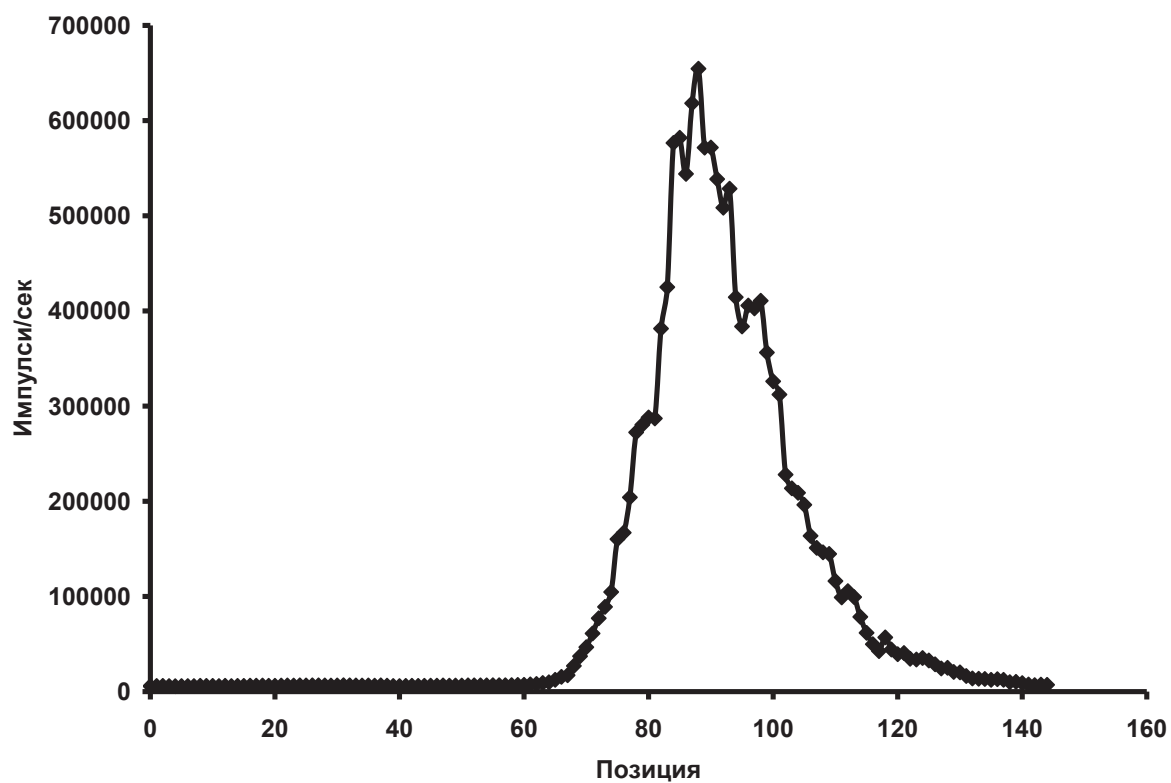
## 4. Персонален компютър.

Получените от измерването данни се прехвърлят от блок “Управление” в персоналния компютър по асинхронна линия (RS-232). За управлението на режимите на работа на УСС “Фотон-2” и трансфера на данни е разработен програмният продукт SDM (Spectrofotometer Data Manager). Режимите на работа на УСС “Фотон-2” са следните:

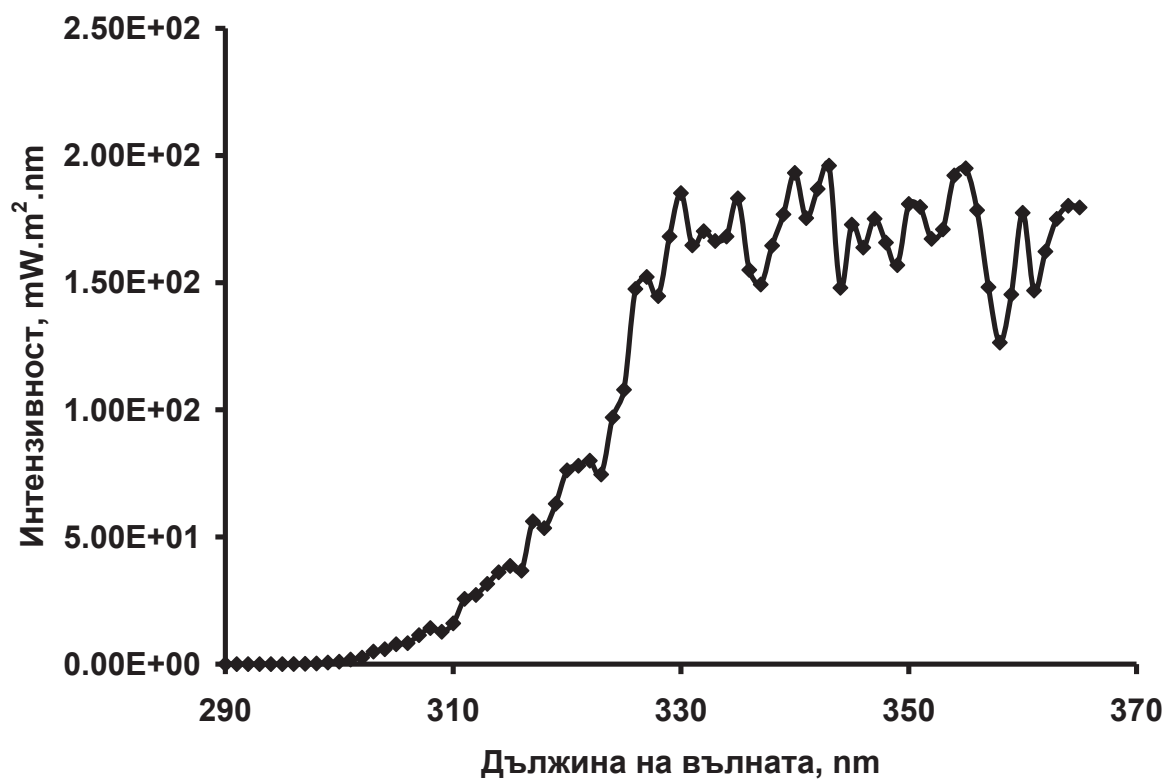
- Непрекъснато сканиране по спектъра. В този режим се сканират всичките 144 позиции на дифракционната решетка.

- Избирателно сканиране. Дава се възможност да се зададе спектрален диапазон на измерване като се укаже началната и крайната позиция. Като частен случай може да се използва за сканиране на фиксирана дължина на вълната.

На фиг. 1 е показана типична крива от необработените данни от УСС “Фотон-2”, а на фиг. 2 – директен слънчев спектър, получен след обработката на данните с калибровъчната характеристика.



Фиг.1. Типична крива от необработените данни от УСС “Фотон-2”



Фиг.2. Директен слънчев спектър при зенитен ъгъл на Слънцето  $z = 40^\circ$

За определяне на общото съдържание на озона (ОСО) по поглъщането на прякото слънчево лъчение в определени участъци от спектъра използваме закона на Bouguer-Lambert. Той описва отслабването на слънчевия лъч с дължина на вълната  $\lambda$  при неговото преминаване през земната атмосфера:

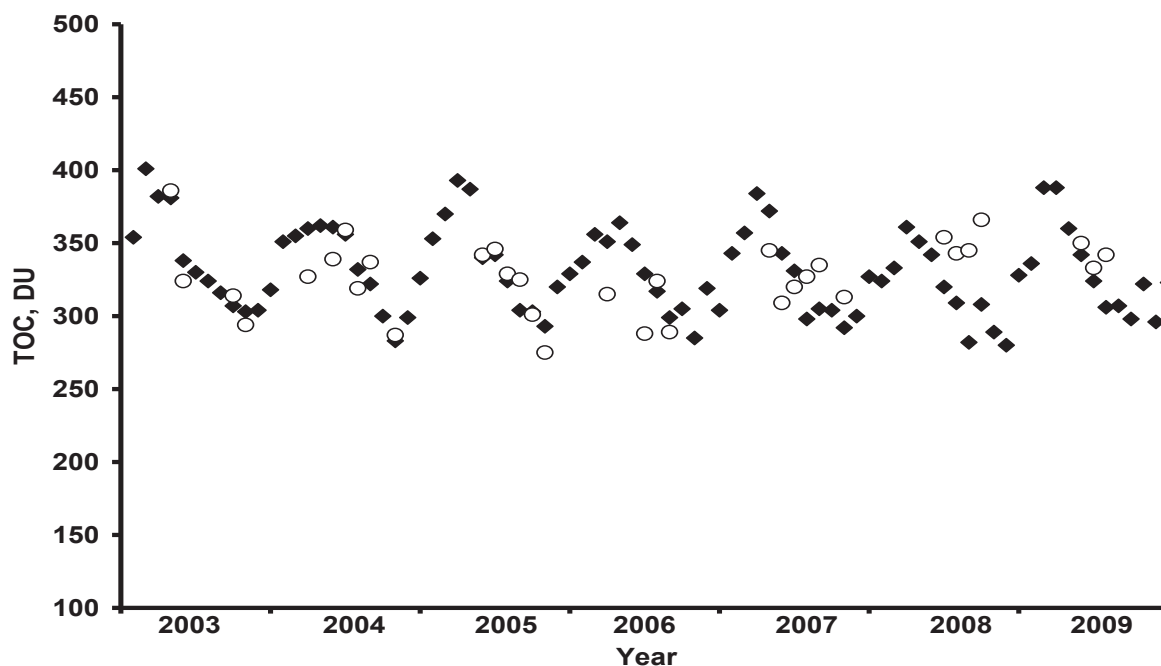
$$(1) \quad I(\lambda) = I_0(\lambda) e^{-\alpha(\lambda) d \sec(z)}$$

Тук  $I(\lambda)$  е интензитетът на слънчевото излъчване с дължина  $\lambda$ , измерен на земната повърхност,  $I_0(\lambda)$  – съответното лъчение, измерено на границата на земната атмосфера,  $z$  - зенитното отстояние на Слънцето,  $d$  - дължината на пътя на слънчевия лъч в атмосферата,  $\alpha(\lambda)$  – общият коефициент на отслабване на излъчването в атмосферата, който е сума от коефициентите на поглъщане на озона, релеевското и  $\mu$ -разсейването. За да се доведат до минимум грешките, свързани с неточното определяне на молекулярното разсейване, ние използваме 20 двойки дължини на вълни.

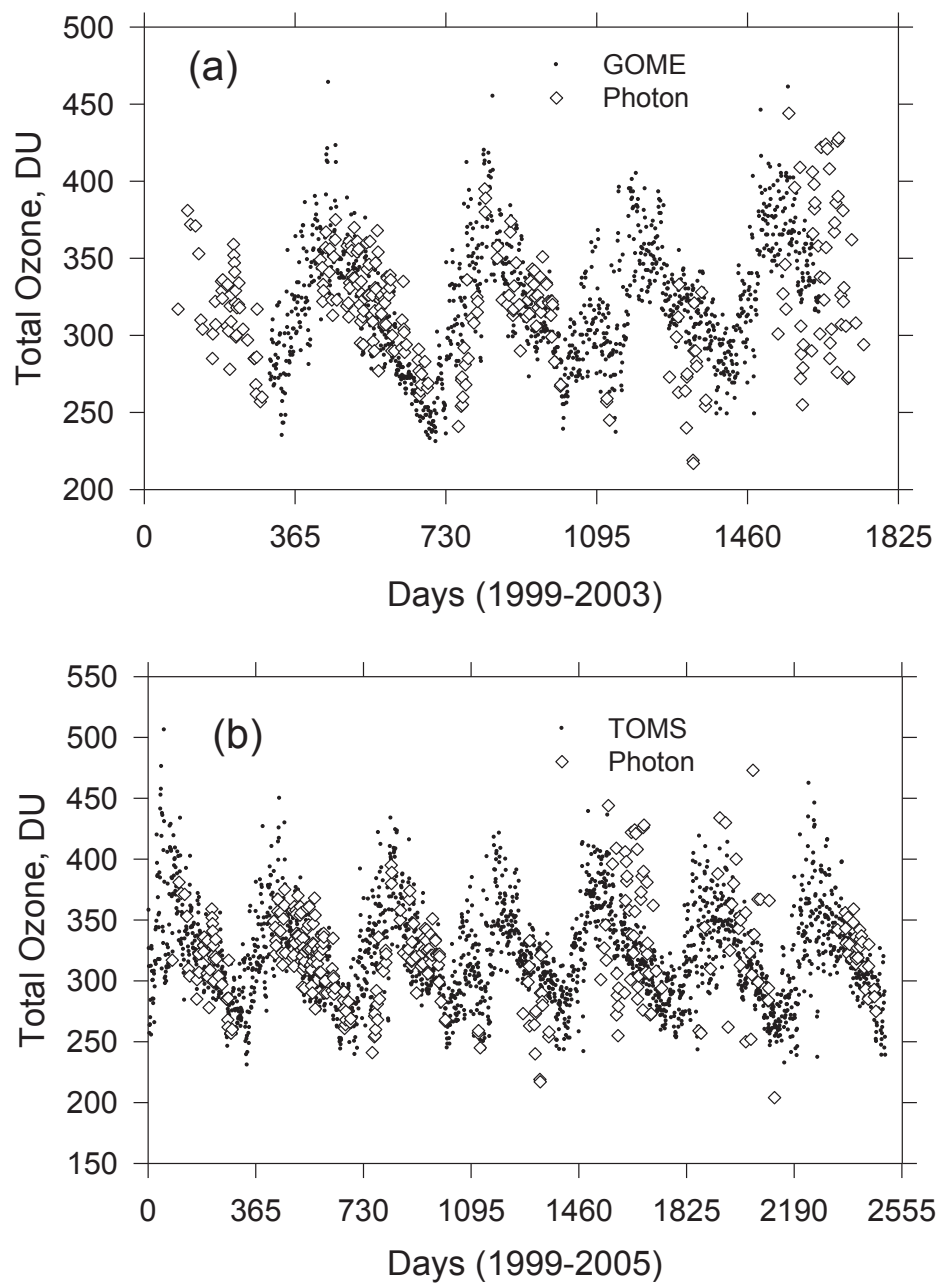
УСС “Фотон-2” е калиброван с Brewer спектрофотометър в Гърция и Норвегия.

### Анализ на данните

От 1997 г., когато стартират измерванията с наземния спектрофотометър “Фотон-2”, досега е натрупан голям обем данни за общото съдържание на озона над Стара Загора, България. Тези данни дават възможност да бъдат изследвани различни проблеми,



Фиг.3. Средномесечни стойности на озона в периода 2003-2009 г. по данни от “Фотон-2” (○) и SCIAMACHY (◆) на спътника ENVISAT



Фиг.4. Вариации на ОЗО, измерени с УСС”Фотон-2” (◇), показани заедно с данни от (a) GOME на спътника ERS-2 (●) за периода 1999 – 2003 г. и с данни от (b) TOMS-EP (●) за периода 1999 – 2005 г.



свързани с озона. Например, изследвана е зависимостта между интензивността на УВ-радиация с  $\lambda$  305 nm и общото съдържание на озона при определен зенитен ъгъл на Слънцето; изследвано е възможното влияние на слънчевата активност върху ОСО и др.

Направено е сравнение между данните, получени от УСС "Фотон-2" и спътникови данни. Фиг.3 показва средномесечните стойности на озона за периода 2003-2009 г. по данни от "Фотон-2" и уреда SCIAMACHY на спътника ENVISAT. На фиг. 4 са показани вариациите на ОСО, измерени с "Фотон-2" и уреда GOME на борда на ERS-2 за периода 1999 – 2003 г. и "Фотон-2" и TOMS-EP за периода 1999 – 2005 г. Наблюдава се добра корелация между спътниковите и наземните данни.

От анализа на наземните измервания и използването на спътникови данни е установено, че сезонният ход на общото съдържание на озона е ясно изразен. Той се проявява със стръмен максимум през пролетта и полегато намаление до минимум през есента. Наличието на данни за ОСО за дълъг период от време позволява изследване на озоновия тренд, който е обект на внимание от страна на много учени в рамките на разнообразни проекти в последните години.

## Литература

- [1] Gogoshev M., B. Petkov, Ts. Gogosheva. Measuring the spectrum of the biological active UV radiation and total ozone content. Bulg. Geophys. Journal, v.XX, 4, 1994, 33.
- [2] Кръстев Д., Б.Петков, Б. Комитов, Ц.Гогошева. Ултравioletов сканиращ спектрофотометър "Фотон-2". Режим на работа. Характеристики. Сборник доклади на Четвъртата национална конференция по основни проблеми на слънчево-земните въздействия, София, 1997, 65.



THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ НА САТЕЛИТНИЯ МОНИТОРИНГ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ЕКОЛОГИЧНАТА СИГУРНОСТ

Георги Баев

НАЦИОНАЛЕН ВОЕНЕН УНИВЕРСИТЕТ „ВАСИЛ ЛЕВСКИ“ – ВЕЛИКО ТЪРНОВО  
E-mail: gbnvu@abv.bg

## INVESTIGATE THE FEASIBILITY OF SATELLITE MONITORING TO MANAGE ENVIRONMENTAL SECURITY

Georgi Baev

NATIONAL MILITARY UNIVERSITY “VASIL LEVSKI” – VELIKO TARNOVO

**ABSTRACT:** *Basis of the security of the population and its environment as a science is the protection of the negative impacts of anthropogenic and natural origin and achieving comfortable living conditions. The means to achieve this goal through public knowledge and skills that should be aimed at reducing the physical, chemical, biological and other negative impacts to acceptable levels. This particular set of knowledge entering science Security vital activity and place the security of vital activity in the general area of knowledge. The main objective is to reveal the capabilities of satellite environmental monitoring to manage environmental security by examining satellite systems, and their management to the needs of national security.*

**KEY WORDS:** *satellite monitoring, national security, remote aerospace methods satellites*

Днес е нарушен един баланс, сътворяван в продължение на четири милиарда години. Само за двеста хиляди години, откакто се смята, че се е появил човекът - лицето на Земята е култивирано и променено до неузнаваемост. Въпреки своята слабост, човешкият индивид завладя и си присвои всяка една територия. Физическата сила, с която природата недостатъчно е надарила хората, се балансира с експлоатацията на всички

ресурси в околната среда. След сто и осемдесет хиляди години номадски живот, изобретяването на земеделието преобърна историята ни. Земеделието е нашата първа голяма революция. То е довело до първите излишъци и породило градовете и цивилизациите.

Но след като разчитало на мускули толкова време, то намерило начин да използва енергията погребана дълбоко в земята. Преработката на безценните дарове – въглища, газ и преди всичко – нефт - поставя същинското начало на техноерата. Така само за петдесет години Земята е по-радикално променена, отколкото от всички наши предшественици. За последните няколко десетилетия световното население се е утроило. Днес повече от половината от него обитава градовете[8]. Човекът създаде явления, които по всичко личи, че скоро няма да може да контролира.

Нарушавайки изконните връзки с водата, въздуха и останалите живи организми, човекът формира чудовищен образ на значителна част от околната среда. Как ще успее този век да избегне бремето на приближаващите заплахи и на прекъснатия баланс - е въпрос с неясен отговор. Точно затова са необходими повече и по-подробни изследвания на връзката между човека и околната среда, които незабавно да отговорят на предизвикателствата, бързо превърнали се в аспекти на сигурността.

Деструктурирането в екосистемата на една страна неминуемо води до ответни реакции в съседни екосистеми на други страни. Прогресивното замърсяване на компонентите на околната среда и експлоатацията на природните ресурси при новосъздаденото технологично ниво, нарушава екологичното равновесие в биосферата, като глобална екологична система. Създадените по този начин проблеми могат да бъдат решени, чрез превантивни решения с широко международно участие[6]. Това изисква пълна, актуална и достоверна информация за състоянието на биосферата. Налага се създаването и функционирането на глобална система за мониторинг на околната среда. Основната цел на тази система е събирането на информация за изучаване на процесите, протичащи в биосферата, която послужи за предотвратяването на негативни тенденции и процеси, а също така за управление на околната среда и нейната защита.

Разработването и координирането на глобалния мониторинг на околната среда се осъществява в рамките на ЮНЕП и световната метеорологична организация. Обекти на глобалния мониторинг са

атмосферата, хидросферата, почвената покривка, растителния и животинския свят и биосферата като цяло, като среда за живот на цялото човечество[7]. Рискът се разглежда като вероятностна оценка за възникване на техногенни или природни явления, съпровождащи формирането и действието на вредни фактори. Той се свързва и с нанесените при това вреди.

Следователно екологичният риск може да се определи като оценката на всички нива за вероятността от поява на отрицателни изменения в околната среда, предизвикани от антропогенно или друго въздействие[4]. Под екологичен риск също се разбира вероятната степен на опасност за причиняване на вреда на околната среда под формата на определени загуби за определено време. Рискът включва наличие на алтернативни изводи, т.е. той е налице тогава, когато може да се реализира повече от един резултат. В по-тесен смисъл обикновено рискът се свързва с вероятността за настъпване на нежелани и неблагоприятни промени[9]. Като част от общия проблем рискът може да бъде разглеждан като несигурност в някакъв бъдещ момент или период от време.

Вредите нанесени върху природната среда от стихийни бедствия и антропогенно въздействие обикновено са неизбежни. Те обаче трябва да бъдат сведени до минимум и икономически оправдани. Всички стопански или други решения трябва да се приемат след убеждението, че няма да превишат границите на вредно въздействие на околната среда[10]. От тази гледна точка разчетите за екологичния риск трябва да са вероятностни и в тях се отделя особено място за риска за здравето на човека и благополучието на околната среда. Почти всички екологични събития на планетата се наблюдават от десетки учени и астронавти в Космоса, а дори в момента, на ниво Европейски съюз, се работи върху проект за глобален мониторинг на околната среда, който да подобри погледа върху процесите и изменението на климата. Проектът „GMES” се финансира от седма рамкова програма на Европейския съюз и цели да бъдат изстреляни няколко сателита в орбита. Тяхната задача е да заснемат повърхността на Земята и да предават информация в реално време. Системата за сателитен екологичен мониторинг на околната среда на планетата трябва да позволи съставянето на по-прецизни прогнози за дадени събития, на базата на непрекъснато наблюдение на отделните компоненти. Предвижда се

мониторингът да бъде достъпен за обикновените интернет потребители в света, чрез портал подобен на Google Map [3].

Имайки предвид преценените рискове и сценариите, базирайки се на натрупаната информация от сателитния мониторинг, могат да се предвидят хипотетично дисбалансите в околната среда и последствията им върху човека. Благодарение на редица софтуерни програми, специалисти от страната и чужбина всеки ден добавят информация към компютърните програми, които изчисляват и генерират десетки възможни сценарии [1]. Сателитният екологичен мониторинг има за цел да изследва компонентите на околната среда, които в повечето случаи са свързани в обща система и от едни събития зависят други. Много често астронавтите установяват как промяната, без значение дали е естествена или антропогенна, в определено екологично събитие - повлиява или отприщва още едно, две или няколко явления. В общ план може да се смята, че компонентите на околната среда се свързват помежду си в знаменателя - облик на изменение на глобалния климат. Глобалният климат зависи от вулканите, от горските пожари, от метеорологичните явления и всички останали елементи. Към всичко това може да се добави и човешкият фактор, който от една страна се разглежда като антропогенно влияние, а от друга, чрез своя живот, провокира благоприятни или неблагоприятни условия за развитие на явления в отделните елементи на световния климат, който е съвкупност между естествения екологичен и биологичен процес и изкуствената намеса. Когато говорим за възможните екологични промени през следващите 100-200 години, не се има предвид прогноза на времето, а преглед на различни сценарии за климата, които се базират на разнообразни модели и предполагаеми изменения на факторите, от които зависи той. Съществено внимание при подготовка и провеждане на сателитни измервания, тяхната интерпретация, а също и при анализ на получените данни за състава на атмосферата например, се отделя от обективната оценка на случайна и систематична компонента на грешки при косвените измервания. Спецификата на такъв род измервания се състои в това, че те включват в себе си не само апаратура за измерване на едни и други характеристики на полето на излъчване, но и съвкупност от алгоритми, интерпретации изходна (априорна) информация, използвана за тези алгоритми за получаване на търсените параметри[5]. Във връзка с това точността на



дистанционните измервания на малки газове съставлящи на атмосферата зависи от много фактори:

- характеристика на спътниковата апаратура – области от спектъра, ширина на спектралните канали на измерване, време на измерване, случаен и систематичен компонент на грешки при регистрация на лъчения, ъглова апертура на уреда и др;
- точността на зададените оптични характеристики на взаимодействие на малки газове съставлящи с излъчването (както със изследвания газ, така и с второстепенни компоненти);
- грешки в заданието (определения) – други параметри на физическото състояние на атмосферата (температура, аерозолно отслабване и др), влияещи на преноса на излъчването;
- методика на интерпретацията;
- точност на височинното привързване на измерването относно схемата на експеримента;
- вида на изследвания газ.

Анализът на грешки при сателитните методи на измерване се осъществява по различни пътища: с помощта на числени изследвания (моделиране на космически експерименти); на основата на специален анализ на измервания осъществени на изкуствени сателити на Земята; сравнение с резултати, получени с помощта на други методи и друга апаратура.

Най-сложен проблем е установяването на абсолютната точност на сателитните измервания на малки газове съставлящи. За решаване на тази задача се провеждат специални програми за едновременно спътникови, ракетни, аеростатни, самолетни и наземни измервания. За проверката на качеството на информацията, получена с помощта на радиометъра LIMS са осъществени 60 ракетни измервания на вертикалния профил на температурата, 14 ракетни и 28 аеростатни измервания на  $\text{qO}_3$  (P), 13 аеростатни измервания на  $\text{H}_2\text{O}$ , 7 на  $\text{NO}_2$  и 14 на  $\text{HNO}_3$ . За обективна оценка на качеството на сателитната информация с помощта на независими ракетни, аеростатни и други измервания е необходимо да се разполага със сведения за грешките в измерванията с помощта на съответстващите методи и уреди. Във връзка с това са приведени специални метрологични програми за аеростатни международни изследвания, в което време се осъществява едновременно издигане на разнообразни уреди и апаратури, измерващи съдържанието на различни малки газове съставлящи с помощта на различни преки или косвени методи.

Анализът на съвременните космически системи показва, че по своето предназначение и функции, те са информационни, а решаваните задачи могат да се сведат до три основни класа – мониторинг, навигация и

комуникация. Модерно и ефективно направление в сигурността на водещите държави в началото на 21-ви век е широкото използване на космически информационни системи и средства (КИСС). Световният опит показва, че използването на технологии с космическо базиране за целите на националната сигурност и в частност екологичната, осигурява преодоляване на значителна част от недостатъците и ограниченията на традиционните технологии с наземно базиране[1].

Комерсиализацията на космическата информация, продължаваща вече 10 години, позволява и на страни като България да изграждат и използват за различни цели свой космически сегмент[2]. Същият ще способства за успешното решаване за стопански и екологични задачи на различни институции и др. Следва да се отчита, че комерсиализацията на космическата информация е свързана с определени правила и ограничения на продажбата на тези продукти и технологии, които се уточняват в съответните договори. Космическият сегмент ще доведе до засилване на превантивния фактор в националната сигурност в условия на мир и при кризисни ситуации и до значително повишаване на ефективността на действията на компетентните органи.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

- [1] Пенев П., Р. Ячев, С. Каремов, „Космосът и националната сигурност”, ИК „Христо Ботев”, София 2005 г., ISBN 954-445-890-5
- [2] Военна академия „Г. С. Раковски”, „Актуални проблеми на националната сигурност и международната сигурност”, факултет „Национална сигурност и отбрана”, София 2008 г.
- [3] Новости космонавтики, кн.1, 2005 г.
- [4] Петров К., „Заплахи за сигурността на населението от заобикалящата го среда”, Военна академия „Г. С. Раковски”, Факултет „Командно-щабен”, катедра „Бойно осигуряване”, София 2011 г.
- [5] Мардиросян Г. „Природни екокатастрофи и тяхното дистанционно аерокосмическо изучаване”, Академично издание „Проф. Марин Дринов”, София 2000, ISBN 954-430-616-1
- [6] Матев И., Д. Ганева, Д. Ганев, „Екология с основи на биогеографията и опазване на околната среда”, издателство „Пенсофт”, София-Москва 2004 г.
- [7] Владимиров Л. „Рискметрия в екологичната сигурност”, ВСУ „Черноризец храбър”, Варна 2009 г.

- [8] Йорданов Йо., Г. Сирашки, Т. Личев „Екология и опазване на околната среда”, Стопанска академия „Д. А. Ценов”, Свищов 2001 г.
- [9] Томов В., К. Папазов „Опазване и управление на околната среда”, Русенски университет „Ангел Кънчев”, Русе 2004 г.
- [10] Томов В., П. Христов, А. Ненова „Екологична сигурност”, ВСУ „Черноризец храбър”, Варна 2007 г.



THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## ОБЗОР И КРИТИЧЕН АНАЛИЗ НА ТРУДОВЕТЕ ПО ГРАВИТАЦИЯ

**Велко Велков**

АДРЕС: 1113 СОФИЯ, КВ. „ИЗТОК”, УЛ. „ГАГАРИН” № 19, БЛ.201, АП. 4.  
E-mail: velvel@mail.bg

## REVIEW AND CRITICAL ANALYSIS OF THE WORKS ON THE GRAVITATION

**Velko Velkov**

**ABSTRACT:** *The paper presents a synthesised overview and a critical analysis of relevant studies, theories and publications on gravitation.*

**KEY WORDS:** *gravitation, standard model, superstrings, quantum gravitation.*

### Исторически преглед на работите по гравитация

В исторически план въпросът за притеглянето на материалните тела или гравитацията е занимавал и обикновените хора и учените от началото на съвременната цивилизация. Още считаният за създател на физиката като наука древногръцки философ Аристотел (384-322 до н.е.) е автор на закона за свободното падане на телата със следната формулировка: „В безвъздушно пространство всички тела падат безкрайно бързо”. Твърдението сега звучи куриозно, но както то, така и цялото творчество на Аристотел в неговите „Метафизика” и „Въпроси на механиката” се отличават с дълбочина на мисълта, динамика на изложението и богатство на идеите, далеч надхвърлящи развитието в информационно отношение на неговото време.

Без да се подценяват достиженията и заслугите на античните учени и философи, допринесли изключително за развитието на човечеството, по право Галилео Галилей (1564-1642) е приет за основоположник на научния подход към изучаването на природните закони. Изследванията му в

областта на физиката и астрономията са изключително разностранни. Негови са и първите сериозни изследвания, свързани с гравитацията, и затова прегледа на по-значимите идеи по този въпрос следва да започне от него. Широко известни са неговите експерименти по свободно падане на телата, доказващи, че свободно падащите тела се движат с постоянно ускорение и законът за движение на телата, хвърлени под ъгъл спрямо хоризонта, а така също и открития и формулиран от него принцип на относителността.

Рене Декарт не споделял схващането на болшинството си съвременници и не приемал тежестта за свойство и вътрешно качество на тежкото тяло, по силата на което телата да се стремят към центъра на Земята. През 1639 г. той в свои писма и трудове изразява разбирането си за притеглянето на телата и намира причината за това в налягането върху тях на небесен флуид [1 стр. 132].

Опити за научно изясняване на явлението телата да се насочват едно към друго прави швейцарският математик Никола Фатио де Дюиле от 1690 г., продължени през 1756 г. в Женева от Жорж Луи Ле Саж, които предлагат проста кинетична теория на гравитацията [2]. Те обясняват факта на привличане на две тела едно към друго с натиска, упражняван върху тях от хипотетични микро частици, витаещи с високи скорости във всемирното пространство и упражняващи налягане върху телата.

Следващият важен период по изясняването на явлението привличане на телата е свързан с живота на един от най-крупните умове на човечеството, сър Исак Нютон (1643- 1727). Той, наред с трите си основни закона на механиката и множество други разработки и идеи от областта на математиката, физиката, астрономията и др., извежда и закона за всемирното притегляне (1687г.) нека подчертаем определението всемирно, не вселенско, който е една от опорните точки на физиката до ден днешен и звучи така: две материални точки, с тежки маси  $m_s$  и  $M_s$ , намиращи се на разстояние една от друга  $r$ , взаимодействат със сила  $G$ . Аналитично се представя с известната формула:

$$(1) \quad G = \gamma_N \frac{m_s \cdot M_s}{4\pi r^2}$$

Множителят  $\gamma_N$  е гравитационната постоянна на Нютон (текстът и формулата с указаните означения са заимствани от [3 стр. 32]).

През 1777 г. Лагранж въвежда понятието потенциал, градиентът на който дава силата на притеглянето. Гравитационният потенциал, създаван от материална точка с маса  $M_s$ , е равен на

$$(2) \quad \Phi = - \frac{M_s}{4 \pi r}$$



Лаплас, изследвайки небесната механика и развивайки нови методи, в своя труд “*Traité de mécanique céleste*”, разглежда движенията в слънчевата система като механична задача, базирана на закона за всемирното притегляне. През 1782 г. той въвежда за потенциала диференциално уравнение в частни производни  $\Delta\phi=0$ . Пуасон, няколко години по-късно, видоизменя уравнението на Лаплас и му придава вида

$\Delta\phi = 4\pi\rho$ , където  $\rho$  е плътността. Това уравнение се счита за обобщен израз на нютоновия закон за притеглянето.

При все, че изведените формули са логичен израз и резултат на изследванията по гравитация на споменатите видни учени, очевидно са и коректни, защото са потвърдени и опитно, нито Нютон, нито някой след него, е опитал и успял да обясни физическата причина за привличането на телата. Прието е, че тя, гравитацията, както са я определили, е някакво особено свойство на материалните тела, пораждащо се и заложено в тях изначално.

Исторически следващата забележителна крачка в изясняването на природните закони, в частност гравитацията, е в началото на 20 век и е свързано с имената на няколко видни учени и преди всичко с това на Алберт Айнщайн. Той със своите специална и обща теории на относителността, съответно СТО (1905 г.) и ОТО (1915 г.) и множество други трудове, базирани на двата основни постулата, а именно задаване на предел или граница на скоростите на взаимодействие и определянето на еквивалентността на гравитационната и инерционна маси, полага колосални усилия да придвижи физическата наука до така желаното от поколения учени обобщение, което за съжаление и в началото на 21 век все още не е постигнато. С теорията на гравитацията, като част от ОТО, поставя началото на принципно нов подход за изучаване на физическата реалност. Счита, че гравитацията (притеглянето) в действителност представлява не нещо друго, а изкривяване на пространството и времето и се явява по такъв начин геометрично явление, а силата ѝ се определя чрез стойността на кривината на пространството. Геометрията, явяваща се до този момент чисто математическа дисциплина, според него свързва в единно цяло пространството и времето и го залага в основите на най-важния раздел на физиката – теорията на гравитацията на Айнщайн, в замяна на Нютоновата теория на притеглянето.

Първоначално в статията си с преводно на руски заглавие „К общей теории относительности” предлага система от 10 уравнения на гравитационното поле, описвани с обща формула от вида

$$(3) \quad R_{mn} = \chi T_{mn} \quad (m, n = 1, 2, 3, 4)$$

където:

-  $R_{mn}$  - тензор на Ричи, отразяващ геометрията;

-  $T_{mn}$  - тензор на енергията-импулса, отразяващ свойствата на материята;

-  $\chi$  - гравитационната постоянна на Айнщайн, явяваща се обобщение на гравитационната постоянна на Нютон (формулата с означенията заимствани от [3 стр. 118]).

От тези уравнения на полето не може математически да бъдат изведени уравненията на движението, т.е. те не са достатъчно пълни, а доводите за съществуването на пряка връзка между полето и движението са достатъчно и убедителни. Това заставило Айнщайн да положи доста усилия и в крайна сметка чрез работата си „Уравнения гравитационного поля” да предложи верните, според преобладаващото мнение, уравнения от вида:

$$(4) \quad R_{mn} - \frac{1}{2} g_{mn} R = \chi T_{mn}$$

където:

-  $R$  е скалар на кривината на пространството, получаван чрез конволюция от тензора на Ричи, а целият втори член в това уравнение описва геометричната структура на пространството. По такъв начин в уравнението са обединени в единно начало геометричните свойства на пространствено-времевия континуум от една страна и материята с нейните параметри, плътност, импулс и енергия от друга страна, като същевременно уравненията на движението се оказват следствие от уравненията на полето, носещи фундаментален характер.

Какво може да се отбележи след проведен по-обстоятелствен и задълбочен анализ на проученото в качеството на критични бележки. Странна е идеята да се приписват (не придават, защото това е невъзможно) физически свойства на пространството. Нима не е очевидно, че пространството, само по себе си, не притежава физически свойства и съответно параметри. Оттук пък следва, че то няма и как да се изкривява, за да поражда следващи ефекти. Логиката показва и подсказва, че реално могат да се изкривяват само физически структури, образувания или конфигурации, но не и самото пространство собствено. В този смисъл вторият член в уравнение (4) е несъвместим. Самото пространство няма как да притежава геометрична структура. Може да бъде представяно или описвано геометрично, но не и да се структурира.

Не по-малко парадоксално е изкуственото въвеждане на така наречения континуум „пространство-време” от две несъвместими и не взаимодействащи физически, нямащи нищо общо една с друга категории.

В края на историческия преглед по темата гравитация следва да бъдат отбелязани и признати заслугите на още учени, със значителен принос по проблемите на гравитацията, като Коперник, Кеплер, Хук, Хюйгенс, Кант, Мах, Поанкаре, Минковски, Гросман и др., както и факта, че след Нютон и Айнщайн, до настоящия етап на развитието си съвременната наука приема,

че що се отнася до гравитационната сила и взаимодействие, ОТО дава завършен и окончателен отговор, като Нютоновата теория е граничен случай на ОТО.

### **Съвременно състояние**

В последните няколко десетилетия, след като още не могат да бъдат надскочени стандартите на т.н. Стандартен модел, обединяващ три от известните четири, според съвременната физика, взаимодействия, се водят усиленни изследвания и наблюдения, свързани с гравитацията и регистрирането на гравитационни вълни. В съответствие с това, световното информационно пространство изобилства със съобщения, статии и публикации, отразяващи усилията и резултатите на учени, изследователи и конструктори, свързани с гравитацията, от теории до технологии и инструментариум. Какви ли не модификации и нови теории се създават. Даже от време на време се прокрадват съобщения за регистрирането на гравитационните вълни. Спектърът на трудовете и публикациите по проблемите на гравитацията се разшири от изключителна задълбоченост и сериозност до степен „фантазии и вариации върху една тема”. Дали от не достатъчна подготовка и интелект или от стремеж към бързи успехи, пари и слава, много млади, а и в по-сериозна възраст автори, бързат с изявите си и се надпреварват в сензации и първенствувание по темата гравитация. Между впрочем, тази тенденция и констатация е характерна и валидна за съвременната наука и в други научни области, но това никак не е ползотворно. Едно е да се генерират сензации и печели евтина популярност, а съвсем друго е да се твори сериозна наука, без да се бърза и състезателно.

Потвърждение на горните твърдения могат да бъдат получени при по-подробно запознаване със съдържанието на цитираните публикации [от 4 до 14], а и множество други. Естествено, в рамките на доклада, това не може да бъде направено изчерпателно, но на някои от тях следва да бъде отделено малко повече внимание.

Множество публикации са посветени на така наречената квантова гравитация, отново като опит за обединяване в единно начало на явленията и взаимодействията от микро и макро нива на структуриране на материята във всемирното пространство. Всички разработки в това направление са свързани с това да се представи непротиворечива квантова теория на гравитацията на базата на ОТО и са насочени към обяснение на фундаменталното явление в еволюцията на Вселената, а именно „тъмната” енергия, която обуславя важното свойство на Вселената – ускореното ѝ разширение, както и към стремежа за „великото” обединение на известните взаимодействия. Общо съществуващите алтернативни теории на гравитацията могат да бъдат разделени на две групи, такива със

съществени отклонения от постановките на айнщайновата теория и такива с незначителни нарушения на принципите ѝ.

Към първата се отнася групата на т.н. „нелокални“ теории на гравитацията, като определението нелокалност се приписва на тях със смисъла, че на значението на полето в дадена точка от пространството влияят измененията, в която и да е точка от пространство-времето или, както е прието във физиката, взаимодействието има характер на действие през или на разстояние, т.е. „далекодействие“. Една от тях е известна с наименованието „нелокална“ теория на гравитацията, предложена от руския учен Андрей Барвинский [6], от Физическия институт на АН „Лебедев“. Основана е на идеята за построяване на модел на Вселената при произволно значение на космологичната постоянна.

Към тази група се отнася теорията на т.н. в рускоезичния превод „Петлевая квантовая гравитация“, със създатели Ли Смолин (Lee Smolin), Абей Ащкар (Abhay Ashtekar) и др. [8]. Съгласно тази теория, пространството и времето се състоят от дискретни части. Тези малки квантови клетки по определен начин са свързани „вплетено“, така че на малки пространствено-времени мащаби, образуват пъстро „изплетена“ дискретна структура, а на крупни мащаби преминават в гладко непрекъснато пространство-време.

Като представител на втората група алтернативни теории на гравитацията следва да укажем теорията на гравитацията на Петр Хоржава известна още като Хронометрична теория (ХТ) [12]. В нея се въвежда в действие към ОТО така нареченото скалярно поле на *хронона*. Направлението на неговото изменение в пространство-времето определя специално отделено (привилегировано) направление на времето. Като резултат съществуват специално отделени отчетни системи, което не е свойствено на СТО, нито на ОТО. Въпреки, че ХТ съдържа интересни постановки, отнасящи се и допускащи гравитационно-вълново излъчване, мигновено действие между частиците, т.е. с безкрайна скорост и др., тя не е убедителна в основната цел да обедини гравитацията с електромагнитните и ядрени взаимодействия. Съществено противоречие например е дефинирането на направление в скалярното поле. Както е известно от теорията на полето, скалярът е тензор от нулев ранг, а наличието на направление определя вектор, т.е. тензор от първи ранг.

По-обхватен и цялостен подход на изследване на физическата реалност, с разглеждане и на гравитацията, е описан в публикацията на Quantum Aether Dynamics Institute (Институт по Динамика на квантовия етер) [10]. Институтът, съгласно указаната публикация, е изследователска организация, основана с цел да развие и тества „Общата теория по всичко“ чрез т.н. „Физически модел на етера“ и да предложи неговото практическо приложение. Отбелязва се, че предложеният модел на етера надгражда

теориите на суперструните и в този смисъл е универсален и доближава физиката до „великото обединение”. Наред със смелите и интересни хипотези и анализи, в публикацията се съдържат и неоправдано претенциозни констатации и изводи.

Следва да бъде отбелязано, че и в нашата страна, са на лице изследвания и разработки в разглежданото направление, но за съжаление, те са плод на индивидуалните усилия на отделни автори, а не на творчески колективи, което би допринесло за по-голяма пълнота и обхват на резултатите. Характерна в това отношение е монографията „Гравитацията” с автор Радой Данчев [13], която представлява изключително нестандартно, задълбочено и обширно изследване и систематизиране на данни и информация, свързани с темата гравитация. Не може да не бъдат отбелязани усилията и на друг български изследовател Пенчо Бойчев [14], който също предлага интересни изследвания, експерименти и изводи, със забележката относно необосновано категоричния и рязък тон на отрицание в публикациите му, на предшестваци и то фундаментални трудове.

Целите, подходите, изследванията и резултатите в голямата част от цитираните, а и множество други публикации по темата гравитация са различни и интересни, а общото за всички е постановката априорно да се приема, че гравитацията е обективна даденост и се търси потвърждение на нейното присъствие, прояви, следствия и изясняване на физическата ѝ основа. За съжаление нейната природа все още не може да бъде изяснена и съответно обединена с останалите три вида сили и взаимодействия. Като индикатор за гравитацията се търсят и правят опити за регистрирането на гравитационни вълни. А кой и кога е обявил, че гравитацията трябва да се проявява именно чрез някакви вълни. Дали аналогията с електромагнитните и механични вълни не ни подвежда. Ситуацията е парадоксална и изнервяща. Как така не можем да ги регистрираме тези тайнствени гравитационни вълни. Дали пък те въобще съществуват? Ами ако не съществуват, какво следва? Опит за отговор на последните два въпроса се съдържа в [15]. Представено е ново научно-обосновано предположение под формата на хипотеза и съответен модел. Поставени са пет фундаментални въпроса, свързани с гравитацията, на които съвременната наука не дава удовлетворителни отговори и което е основание за допускането, че гравитация в съвременната научна и общочовешка представа не съществува, а нейната роля във всемирното пространство играе друг фактор. В основата на хипотезата е заложено допускането, че мировото пространство не е пусто, а е уплътнено хомогенно, изоморфно и изотропно от основополагаща субстанция, физическа реалност, с приетия термин „същност”. Определени са основните физически параметри на тази същност и е показано, че всичко, породило се и произтекло във Всемира е следствие и резултат от



обективното наличие на тази същност и еволюцията на нейните физически параметри.

### Литература:

- [1] У.И.Франкфурт. Специальная и общая теория относительности. Исторические очерки. Изд. “Наука”Москва 1968.
- [2] <http://en.wikipedia.org/wiki>. Теория гравитации Лесажа (оригиналът в Wikiteke - The Le Sage Theory of Gravitation)
- [3] Relativitätstheorie – Aktuell. Ein Beitrag zur Einheit der Physik von Prof. Dr.rer. nat.habil. Ernst Schmutzer. Friedrich-Schiller-Universität Jena. BSB B G.Teubner. Verlagsgesellschaft. 1979.  
В превод: Э. Шмутцер. Теория относительности. Современное представление. Путь к единству физики. Изд. „Мир”, Москва, 1981.
- [4] Дэвид Гросс. Грядущие революции в фундаментальной физике. Институт теоретической физики Кавли, Санта-Барбара, Калифорния, США.
- [5] R. Loll. „The Emergence of Spacetime or Quantum Gravity on Your Desktop” Institute for Theoretical Physics, Utrecht University, Leuvenlaan 4, NL-3584 CE Utrecht, The Netherlands.
- [6] <http://arxiv.org/abs/1107.1463>. Андрей Барвинский. Причинно-следственные связи в нелокальной гравитации.
- [7] Victor J. Stenger. A Case Against the Fine-Tuning of the Cosmos. University of Colorado 500 N Bermont St Lafayette, CO 80026 USA Vic.Stenger@comcast.net.
- [8] Lee Smolin, Three Roads to Quantum Gravity, Basic Books, 2001.
- [9] Anil Ananthaswamy „Rethinking Einstein: The end of space-time” 09 August 2010 Magazine issue 2772. Cosmology and Quantum World Topic Guides.
- [10] Quantum Aether Dynamics Institute ( Институт по Динамика на квантовия етер). Виж: United Press International, Inc. и American Association for the Advancement of Science.
- [11] В.Л.Гинзбург „О науке, о себе и о других”. М., изд. „Физматлитература”, 2003 г. Глава „Какие проблемы физики и астрофизики представляются особенно важными и интересными в начале XXI века”
- [12] А. Петров. „ О необычных эффектах теории гравитации Хоржавы”. Ж. „Троицкий вариант” № 8 (102), 24.04.2012 г.  
Оригиналната статия на чехския учен Петр Хоржава от 2009 г. “Quantum Gravity at a Lifshitz Point”.
- [13] Радой Данчев „Гравитацията”, София 2005 г. [www. physics. del. bg](http://www.physics.del.bg).
- [14] Пенчо Бойчев. „Теория на всемирната гравитация”. ИК „Виделина”, София, 2007.
- [15] Велко Й. Велков. Хипотеза за космологичен модел на Всемира без гравитация. Сборник доклади на трета международна научна конференция „Наука, образование, иновации”. Шумен 21-23 май 2014.



THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## ХИПОТЕЗА ЗА КОСМОЛОГИЧЕН МОДЕЛ НА ВСЕМИРА БЕЗ ГРАВИТАЦИЯ

**Велко Велков**

АДРЕС: 1113 СОФИЯ, КВ. „ИЗТОК”, УЛ. „ГАГАРИН” № 19, БЛ.201, АП. 4.  
E-mail: velvel@mail.bg

## HYPOTHESIS OF COSMOLOGICAL MODEL OF THE UNIVERSE WITHOUT GRAVITATION

**Velko Velkov**

**ABSTRACT:** *The paper presents a hypothesis of a Cosmological Model of the Universe without Gravitation as a factor and a reason for the attraction of the material bodies. It is justified a physical Essence availability in the Space and its parameters, defined for the first time at the paper, as their evolution are accepted as a basis of emergence of the matter and the processes in the Universe.*

**KEY WORDS:** *gravitation, Essence, Universe, cosmology.*

### **Въведение**

Гравитацията, съгласно човешката практика и научно знание, се приема като нещо очевидно, изначално, неотменно и основно физическо свойство на материалните образувания и се определя в науката за едно от четирите известни взаимодействия и сили в природата. Но докато три от тях, а именно силните и слаби ядрени и електромагнитните, са обединени в единен физически модел със скромното наименование Стандартен модел, то гравитационното за сега, началото на 2014 г. и близо сто години след изграждането на общата теория на относителността (ОТО), остава извън този модел. Въпреки усилията и стремежа на плеяда учени след Нютон и Айнщайн да обединят и гравитацията в така очакваното гръмко „Велико обединение” и към създаването на обща теория за устройството на Всемира или претенциозното „Теория на всичко”, гравитацията не се поддава и не склонява към обединение. Изправени пред трудностите с изясняването на физическата природа на гравитацията и връзката ѝ с

другите сили и взаимодействия, като граничен вариант може и следва да бъде разгледана и възможността въобще за нейното наличие, в сегашните ни представи, схващания, научни постановки и теории. На пръв поглед, такава идея изглежда парадоксална и дръзка, но търсенето на отговор на няколко основни въпроса в тази насока предразполага към размисли за такава възможност. Обобщено те звучат така:

- защо съвременната наука, при своето силно развитие в теоретично и експериментално отношение, не може да обедини гравитационното взаимодействие с трите други основни взаимодействия;
- защо и как материалните тела, общо електронеутрални, се привличат;
- защо гравитационното взаимодействие е по сила с 37 до 40 порядъка, т.е. около  $10^{40}$  пъти, по-слабо от останалите три вида взаимодействия;
- защо въпреки високотехнологичното развитие на съвременната измервателна техника и технологии не могат да бъдат регистрирани гравитационни вълни и съответно гравитон, който, според науката, се приема за квант гравитационна енергия със спин 2;
- защо гравитационното взаимодействие прави изключение от останалите три вида и е само на привличане (притегляне, събиране), без отблъскване.

Сливането на възможните отговори на тези и други съпътстващи въпроси в единен информационен масив дава основание за допускането, че гравитация, т.е. притегляне или привличане на телата едно към друго може и реално да не съществува. Но тогава логично възниква и следва въпросът, коя би могла да е причината за стремежа на телата едно към друго, каквато е обективната действителност, дала основание на великия учен Нютон да формулира закона за всемирното, да подчертаем всемирното, притегляне.

### **Хипотезата**

Търсенето на отговор на поставените въпроси, свързани с гравитацията и многогодишните настойчиви усилия за изясняването им, подсказваха и подсилваха идеята, че това, което определяме и схващаме като гравитация, съвсем не е привличане на материалните тела, т.е. че гравитацията като явление отсъства, а ефектът на привличане се дължи на друг фактор. Развитието на идеята доведе до търсене на причина за сближаването и стремежа на материалните тела едно към друго. Логиката води към заключението, че ако действително не се привличат, каквото е предположението според хипотезата, то телата би трябвало да са изтласквани едно към друго. Ако се приеме, че допускането е основателно, то следва да има и причина за тяхното изтласкване, следователно, би

трябвало да има някаква сила, която да ги изтласква. Такава сила би могла да бъде някакъв натиск, напор, налягане, а то налягането може да бъде предизвикано само от нещо реално, реален физически фактор, с определени физически параметри, заемащ и изпълващ всемирното пространство. (Тук е уместно да се отбележи, че съвременната наука с висока степен на достоверност приема, че във вещество, в познатата ни форма, с познатите ни физически параметри и с определението „светла материя” се е превърнала малка част от нещо засега неясно, което определя като „тъмна” материя и която науката усилено и настойчиво търси).

Втори клон на разсъждения води до същото заключение, а именно, че всемирното пространство не е пусто и празно, а е заето изцяло, плътно и без прекъсване от нещо реално. Доказателство за това и пряко следствие са генезиса и формирането на материалните образувания. Не е логично да се счита и приема, че материята и в частност веществото, произхождат и се формират от нищото или от самото празно пространство. (Нека напомним един от основните въпроси, занимаващи съвременната физика, а именно, кое придава маса на материалните, веществените частици, с хипотезата, че това е набедения за сега Х-бозон, или „божествена” частица, която не по-малко усилено от „тъмната” материя търсим и изразходваме за това колосални усилия и средства (да се има предвид проекта на Големия адронен колайдер, а и не само той)).

След като стигнахме по два независими клона на разсъждения до заключението, че всемирното пространство е запълнено с нещо реално, с присъщи физически свойства, следва за улеснение и яснота при по-нататъшното изложение на хипотезата, **първо** да му присвоим наименование и **второ**, да разкрием по възможност физическите му параметри. Тогава тази непонятна реалност ще излезе от анонимност и ще бъде легитимирана. Подходящи термини или категории за нея могат да бъдат основа, база, фундамент, протоматерия или абсолют, но като че ли по-подходящ е термина „**същност**”, защото това, както ще изясним по-нататък, е същността на всичко обективно съществуващо.

Според хипотезата, тази именно същност, която приехме за обективно съществуваща, със своите физически свойства, вероятно е източник на натиска или налягането, водещо до изтласкването на материалните тела едно към друго. Преди да пристъпим към изясняване на механизма или физиката на процеса на налягането и изтласкването на телата едно към друго, следва да разкрием физическите свойства и параметри на същността.

Логично е да се приеме, че вероятните физически параметри на същността са познатите ни първични физически параметри – плътност, температура, енергия и евентуално техни производни. За определянето на стойностите на тези параметри е целесъобразно за база да бъдат приети известни фундаментални величини. Например, за определянето на

плътността на същността, която би трябвало да има пряка връзка с предполагаемото налягане, е подходящо като опорна фундаментална величина да бъде използвана постоянната на Нютон или гравитационната константа. Както е известно, размерността на гравитационната постоянна в смисъла на Нютон е  $\text{cm}^3/\text{g.s}^2$ . В числителя е на лице обем, а в знаменателя маса по секунда на квадрат. От термодинамиката е известно, че физически това означава специфичния обем или обема, заема от единица маса от наличното в обема, т.е. от същността. Специфичният обем е реципрочен на плътността, а това е предпоставка за определянето на плътността на същността. Както е известно, стойността на гравитационната константа, определена опитно за първи път от Кавендиш [1], е  $6,67 \cdot 10^{-8}$ , т.е. в този обем, изразен в кубични сантиметри [ $\text{cm}^3$ ], се вмести, възплъщава 1 g от същността. Тогава в  $1 \text{ cm}^3$  или един кубичен сантиметър би трябвало да се вмести  $X$  грама от същността. Следователно,  $X = 1/6,67 \cdot 10^{-8} = 10^8/6,67 = 1,49 \cdot 10^7 \text{ g}$ , т.е. в  $1 \text{ cm}^3$  от пространството се вмести от порядъка на  $10^7$  грама от същността. Получената стойност за плътността на предполагаемата същност е привидно необичайно висока, но всъщност е значително по-ниска, практически нищожно малка, по сравнение с плътността на веществото, от което е изградено всичко материално, всичко познато, в т.ч. самите ние, която е от порядъка на  $10^{12} - 10^{14} \text{ g/cm}^3$ . Т.е. веществото е 100000 до 10000000 (сто хиляди до десет милиона) пъти по плътно от същността, от която то произхожда и в която то е „потопено” и разпределено размито, дисперсно, навсякъде във всемирното пространство, или съсредоточено в галактики, слънца, планети, молекули, атоми, елементарни частици.

При така определената стойност на плътността на същността следва, че всяка точка и зона от нея изпитва и упражнява налягане от и върху съседните точки и зони, а чрез тях на цялата същност, в резултат на което налягането във всяка точка и област от всемирното пространство е компенсирано и приблизително уравновесено. Цялото всемирно пространство би следвало да е запълнено хомогенно (плътно), изоморфно (без обособени точки) и изотропно (без обособени направления) от същността, с определената стойност на плътността и температура, вероятно близка до абсолютната нула, по точно около  $3^0\text{K}$ . В теорията на полето това състояние се определя като скаларно поле, скалар или тензор от нулев ранг, без привилегировани точки и направления [2]. Това състояние именно формира и в много по-висока степен отговаря физически на определението континуум, прието изкуствено за т.н. пространствено-времеви континуум, формиран от две коренно различни и то не физически категории.

Антропният принцип, ползван широко в науката, предполага и свидетелства, че състоянието на същността не е стационарно, а нейните параметри би следвало да се променят във времето. Вероятно достигането



на някаква пределна стойност на плътността на същността (възможно и на температурата) води до необходимостта и предизвиква състояние, при което спонтанно (комулативно, взривообразно) се получава синтез или обособяване от същността на кондензирани образувания с повишена плътност спрямо изходната в средата на същността. Това много вероятно е процесът на зараждане и образуване от същността на първичните образувания в цялото всемирно пространство, целият Всемир, или в отделни негови области, Вселени, а не предполагаемия „Голям горещ взрив” с неговите неясно приписани параметри и сингулярности. Изложената тук хипотеза също предполага и допуска, че в еволюцията на същността е имало събитие с характеристиките на „Големия взрив”, защото науката обективно датира възрастта на последствията му, но не взрив на онова предполагаемо „огнено кълбо” с онези фантастични параметри – температура  $1,5 \cdot 10^{12}$  K, плътност  $10^{94}$  g/cm<sup>3</sup> и времетраене  $10^{-43}$  s [3], а спонтанно, а може би и като по-продължителен процес, на кондензиране на известните ни материални образувания от обективно съществуващата същност, без никакви сингулярности, а с точно определени стойности на параметрите – нейни и техни.

Формирани, тези първични образувания с плътност значително по-висока от тази на същността и с форма по необходимост сферична, поради еднаквото налягане на същността върху тях от всички направления, неминуемо създават аномалии, нарушават хомогенността на скаларното поле и симетрията в налягането на същността около себе си. Това има за следствие създаването около всяко образувание на област или зона на „сянка”, на екраниране на налягането на околната същност и неуравновесяването му в зоните на екраниране. Предполага се различно налягане от средното за същността в първичното скаларно поле и негов градиент, с тенденция увеличение към образуването, т.е. налягането на същността към образуването придобива стойност по-висока от стационарната и направление. Математически това може да се изрази чрез вектори на налягането или тензори от първи ранг. Стойността на вектора на налягането, в която и да е точка от зоната на екраниране на образуването, в който и да е момент от времето, следва да е право пропорционална на масата му  $M$ , като интегрален израз (произведение) на плътността му  $\rho$  и обема му  $V$ , което физически задава неговия „сенчест” или екраниращ потенциал (реален аналог на хипотетичния гравитационния потенциал), и обратно пропорционална на разстоянието до него, или  $P=M/r$ , а направлението му, към центъра на образуването. Символично така описаният физически модел и неговият математически еквивалент във векторна форма могат да бъдат представени с изказа:

$$(1) \quad \mathbf{P}(\mathbf{r}, t) = \frac{M}{r^2} \cdot \mathbf{r}$$

където:

- $\mathbf{P}(\mathbf{r}, t)$  – векторът на налягането на същността в точка с радиус вектор  $\mathbf{r}$  в декартова координатна система с начало центъра на образуването, в момент от време  $t$ ;
- $\mathbf{r}$  – вектор, с направелни към центъра на образуването и с абсолютна стойност  $r$ , равна на разстоянието до образуването  $R$ .

С повдигнати символи са изобразени, както е прието в теорията на полето, векторните величини. Съответно в знаменателя  $r$  е във втора степен [1]. (За опросяване в знаменателя на формулите не е отразен множителя  $4\pi$ ).

Нормално е като следствие материална точка или друго формирание, намиращо се в сферата или зоната на действие на „сенчестия“ потенциал на формирането, което разглеждаме като пробно, да бъде изтласкано от налягането на същността към него. При това, вследствие градиента на налягането, материалната точка или тяло ще придобие ускорение.

Естествено, че и втората материална точка или формирание притежава екраниращ потенциал и формира вектори на налягането така, че двете материални точки или тела да се изтласкват едно към друго без въобще да се привличат от някаква тайнствена сила, определяна като гравитация.

Схематично описаното е изобразено на фигурата.

В общия случай, когато са на лице повече от две формирования и застъпване или препокриване на техните екраниращи зони, се формира резултантна сила от налягането на същността като следствие. В резултат сумарният вектор на налягането на същността следва да е равен на сбора на векторите на налягането на същността към наличните формирования.

$$(2) \quad \mathbf{P}(\mathbf{r}, t) = \sum_{i=1}^n \mathbf{P}_i(\mathbf{r}, t)$$



За пределния и реален случай на всемирното пространство с наличието на множество (безкрайно количество) материални формирания може да бъде формулирано следното обобщение: налягането на същността, в която и да е точка на всемирното пространство формира вектор, равен на сбора от векторите на всички налични в пространството формирания или маси.

По отношение движението на телата във всемирното пространство в резултат от действието на екраниращите им потенциали и формираните вектори на налягането на същността логично следва, че всяко тяло трябва да се движи в посока и с траектория, обусловена от всички останали материални тела. Естествено, вследствие обратно пропорционалната зависимост на величината на вектора на налягането от разстоянието до материалните тела, влиянието на най-близките да е най-силно изразено и преимуществено. И понеже всички материални тела във всемирното пространство са в непрекъсната динамика и с определена периодичност във взаимното си разположение едно спрямо друго, съответно сумарният вектор на налягането на същността във всяка точка и всеки момент е точно определен, то всяко материално тяло има точно определена посока, траектория и периодичност на движение. В покой е само същността.

#### **Космологичен модел на Всемира без гравитация.**

За пълнота на изложението при така предложената хипотеза се налага изграждането на представа или физически модел за устройството на Всемира в отсъствието на гравитация като взаимодействие между материалните тела.

Изходното или гранично състояние на Всемира (или отделни негови области) би следвало да е скаларното поле или континуума на предполагаемата същност с определените по-горе параметри – плътност, вътрешно налягане и температура, без наличието на формирания и структури. Достигането на някаква пределна стойност на плътността (може би и на температурата), която съвременната наука определя като „критична”, води или има за следствие спонтанно (взривообразно), а може би и като по-продължителен процес, синтезиране на формирания чрез уплътняване на по-голямо количество същност в определени обеми, което да намали средната плътност на същността, а оттам съответно и нейното вътрешно налягане.

Тези формирания от същност, с плътност значително по-висока от средната плътност на основополагащата същност, най-вероятно са първичните или най-ниски в пространствено отношение нива на структуриране на познатото ни вещество, от което се изгражда всичко заобикалящо ни и нам известно. Това би трябвало да е „светлата” материя на Всемира, а първичната същност, от която тя произтича логично следва да е „тъмната” материя. Т.е. веществото е в средата на същността и

обхванато плътно от нея. Тук логично възникват два въпроса, които се нуждаят от допълнително изследване и изясняване. **Първо**, каква част от основната същност при акта на „взрива” или „кондензиране” се уплътнява, т.е. се превърща във вещество. Съвременната наука приема, че във вещество или светла материя се превърнала малка част от същността, някъде от порядъка на 4 до 10 %, което определя средна плътност на веществото във Вселената, от порядъка на  $10^{-29} - 10^{-31} \text{ g/cm}^3$ , а за критична се определя стойността  $10^{-28} \text{ g/cm}^3$ . **Второ**, на какви пространствени мащаби се развива действието, т.е. размерите на първичните образувания. Дали това е известният ни диапазон на размерите на познатите ни елементарни частици  $10^{-13} - 10^{-14} \text{ cm}$ , дали диапазонът на по-малко известните ни кварки –  $10^{-17} \text{ cm}$ , планковата дължина или диапазона на уйльровия „геон” –  $10^{-33} \text{ cm}$ , комптоновата дължина  $10^{-54} \text{ cm}$  или може би още по-ниско в пространствено отношение ниво. Ако за общност на разглеждането и описанието на модела за сега се абстрахираме и оставим за допълнителни изследвания и анализ въпроса за пространствените размери на първичните образувания, със сигурност трябва да приемем, че на каквото и ниво да са те, би следвало да е на лице известна дисперсия в размерите им около някаква средно статистическа стойност. Веднъж формирани, тези образувания пораждаат около себе си „сенчести” или екраниращи зони за налягането, поради значително по-високата си плътност от тази на същността, от която те произтичат и от която са обхванати. Нарушената хомогенност на континуума на същността и породилата се асиметрия в налягането на същността върху формираните образувания като причинно-следствена връзка може да има за резултат неизбежно и единствено динамиката и движението им в средата на същността. Движението на което и да е формиране е функция от комплексното влияние на трите отбелязани фактора - асиметрия в налягането на същността, дисперсията в размерите им и препокриването на екраниращите им зони. Както е известно от механиката са възможни два основни вида движение – ротация и транслация. Първото, **въртене** около собствената ос и второто, **изтласкване** едно към друго или еквивалента на гравитацията, която според хипотезата отхвърлихме. Логично е първият вид движение, присъщо на почти всички материални тела и неговата разновидност, или както се определя в науката „спин”, да е причината за наелектризирането на формиранията и появата на електрическия им заряд, вследствие неспирното им триене при околоосното си движение в средата на същността. А това да е генезисът на единия от трите основни вида взаимодействия – електромагнитните.

А вторият вид движение на формиранията или изтласкването им едно към друго има пряко две следствия. От една страна количественото натрупване и формирането на структури и конфигурации на все по-крупно в пространствено отношение ниво, от елементарни частици с характерните

за тях други два вида взаимодействия – силни и слаби ядрени, до атоми, молекули, вериги и структури от атоми и молекули, планети, слънца, галактики, органични съединения и пораждането на живот до всичко, което обобщихме с определението Всемир. От друга, формирането на точно определени траектории и орбити на движение на материалните тела, поради комплексното им и взаимно влияние едни на други чрез екраниращите си зони и модулирането от тях на налягането на същността.

Допускането, че така описаната причинно-следствена връзка е всеобхватна и универсална по отношение нивата на структуриране и движение на материалните образувания в пространството, дава основание за определянето за основен, факторът всемирно налягане на основополагаща същност, вместо всемирно притегляне на телата или гравитация.

Представената хипотеза за модел на Всемира позволява без особени усилия да бъдат обяснени научно и практически всички наблюдавани физически и астрономически явления и процеси. За изясняване научно и философски, що се отнася до космогонията и космологията на основно ниво, остават все още два фундаментални въпроса. **Първо**, дали процесите във Всемира са произтекли и протичат еднократно, без повтаряемост, или произтичат циклично през определени периоди от време. **Второ**, дали обхващат цялото всемирно пространство едновременно или отделни негови области, дефазирано във времето. Тези и други въпроси от указаните научни области са в процес на изследване и изясняване.

### Литература:

- [1] Э. Шмутцер. Теория относительности. Современное представление. Путь к единству физики. Изд. „Мир”, Москва, 1981.  
В оригинал: Relativitätstheorie – Aktuell. Ein Beitrag zur Einheit der Physik von Prof. Dr.rer. nat.habil. Ernst Schmutzer. Friedrich-Schiller-Universität Jena. BSB B G.Teubner. Verlagsgesellschaft. 1979.
- [2] И. Дьярмати. Неравновесная термодинамика. Теория поля и вариационные принципы. Изд. „Мир”. Москва 1974.  
В оригинал: Istvan Gyarmati. Non-equilibrium thermodynamics. Field Theory and Variational Principles. 1970.
- [3] Стивън Уайнбърг. Първите три минути след сътворението. София 1984.  
В оригинал: Steven Weinberg. The First Three Minutes. Basic Books, Inc., New York, 1977.





THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## ТРИБОЛОГИЯ И ЕКОЛОГИЯ

Тинка Грозданова, Анна Петрова

ИНСТИТУТ ЗА КОСМИЧЕСКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ – БАН, СОФИЯ  
1113, УЛ. „АКАД. Г. БОНЧЕВ”, БЛ. 1  
E-mail: tinka\_gr@abv.bg, ani@phys.bas.bg

## TRIBOLOGY AND ECOLOGY

Tinka Grozdanova, Anna Petrova

SPACE RESEARCH AND TECHNOLOGY INSTITUTE - BULGARIAN ACADEMY OF  
SCIENCES, SOFIA 1113, ACAD. G. BONCHEV STR., BL. 1

**ABSTRACT:** Ecological and economical aspects of frictional interactions must be taken into account in product design and in the operation of machines. Tribology is the study of friction, wear and lubrication. The concept of „Green tribology” (environment-friendly tribology) as „the science and technology of the tribological aspects of ecological balance, as well as the environmental and biological impacts” was introduced by Prof. P. Jost. There are a number of problems that can be addressed by Green tribology. The specific field of tribology emphasizes on the aspects of interacting surfaces in relative motion, which are of importance for energetic or environmental sustainability. It is necessary not only to expect novel development but also to create realistic solutions by conventional technologies. Ecotribology is an engineering technology that can contribute a lot to the development of the modern society.

**KEY WORDS:** Tribology, vacuum conditions, self-lubricating composite materials, molybdenum disulfide ( $\text{MoS}_2$ ), nanotechnologies.

### 1. Въведение

Космическото пространство се характеризира с различни по вид процеси и явления, действащи едновременно. В условия на космически вакуум концентрацията на газови частици достига до единица в кубичен сантиметър. Наблюдават се явления като: електро-магнитни и корпускуларни излъчвания в широк енергиен спектър, микрогравитация,

резки температурни промени , безтегловност, удари на микрометеоритни частици и др.

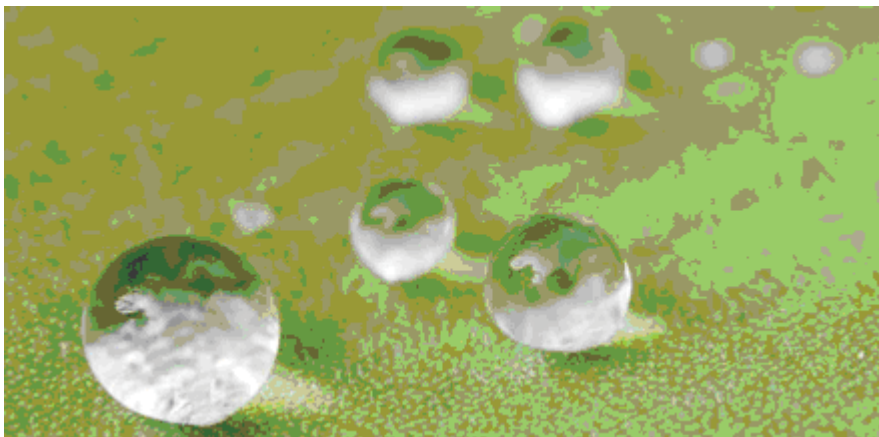
За да се гарантира безотказна работа на космическите технически системи (апарати и конструкции, летящи на височина над 100 км) е необходимо материалите, от които са изработени, да запазват свойствата си непроменени. Това е сложна за разрешаване научна задача. В този смисъл, чрез своите методи и средства, природните и техническите науки се явяват двигател на космическите изследвания.

Един от принципите на производство чрез нанотехнологии е изразходването на минимални количества материали и енергия. С това се намалява значително замърсяването на околната среда, както и топлинното затопляне на атмосферата - фактори, с които се бори съвременната цивилизация. Използването на нанотехнологиите гарантира чистотата на заобикалящата ни среда. С тяхна помощ могат да се контролират и отстраняват замърсявания чрез използване на филтри и високоефективни, каталитични, самоочистващи се материали в науката и в промишлеността.

Нанотрибологията е клон на трибологията, изучаваща явленията, свързани с триенето на нанометрично ниво. Разграничаването на трибологията от нанотрибологията се извършва като се отчита участието на атомните сили при определяне поведението на системите.

Триене без смазващ материал и при отсъствие на замърсявания между триещите се повърхности има при спирачките, фрикционните предавки, във възлите на машините от текстилната, хранителната и химическата промишленост, където се избягват смазки с цел запазване на продукцията и от съображения за безопасност. Използването на смазочни материали е непригодно и във възлите на машини, работещи в условия на високи температури.

Екологията е наука, дял от биологията, която изучава взаимоотношенията между живите организми и средата, в която живеят (от гръцки: *οἶκος* - къща и *λογία* - изследване). Екологията е наука за икономиката на живата природа и степента на развитие на съвременната цивилизация. Особено бурно развитие търпи в края на 19 век. Тя е тясно свързана с другите природни науки. Трибологията, като наука и технология, изучаваща смазките, износването и триенето при контакта на движещите се повърхности, е пряко свързана с околната среда (Фигура 1).



Фигура 1. Трибология в природата

## 2. Теория и методи

За намаляване на триенето в практиката използваме смазки и покрития на материалите, които предпазват повърхностите от разрушения. В процеса на работа на механизмите нараства химичното взаимодействие на триещите се повърхности със смазващите материали. Това води до отделяне на вещества, които се явяват замърсители на околната среда. Едновременно с това се отчита и затопляне.

В условията на космически вакуум се получава поглъщане на газове и пари, отделящи се от космическия апарат. Сублимацията на повърхностните слоеве на материалите води до промяна в повърхностните свойства. Терморегулиращите покрития губят своите оптични характеристики, интензивно поглъщайки ултравиолетовото лъчение. Протичат специфични термо-физични и електро-физични обемни явления [1]. От една страна се ограничава топлообменът, тъй като отсъства конвекция и топлопроводимост, от друга страна се създава газова обвивка около местата с електрически вериги. Това може да доведе до пробиви (утечка на разряди токове) и да предизвика повреда или авария на космическия апарат. Изсмукването на газове и пари може да стане както през неуплътнени места, така и през стените на съоръженията, което води до изменение на механичните характеристики на материалите като пластичност, здравина и дълготрайност.

Космическият вакуум има различно въздействие върху различните материали. Термореактивните смоли отделят газове, които не водят до тяхната деградация, но замърсяват съседните елементи. От гумените и каучуковите материали се отделят летливите добавки, които деполимеризират. Слипващите вещества отделят кондензиращи продукти, които са опасни замърсители за оптичните и електронните елементи. Боите интензивно отделят газове от разтворимите остатъци. За ограничаването на

тези вредни емисии се прилагат нови, съвременни технологии за допълнителна обработка още в процеса на производство на материалите.

В космическите апарати функционират множество подвижни системи и възли (скоростни кутии, ролкови и плъзгащи се лагери, водачи, механизми за стикване и др). Триботехническите материали, от които са изработени - метали и сплави, са подложени на сухо триене. Това предизвиква в тях изменения, които са обект на изследване на вакуумната трибология.

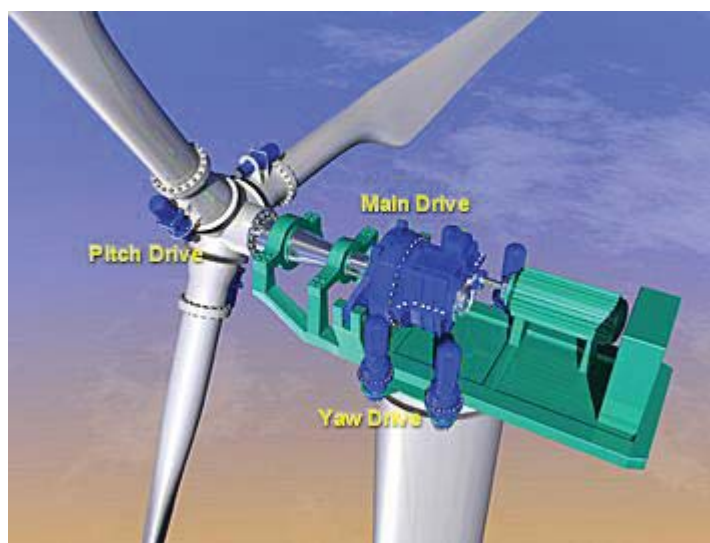
Първоначално се извършва изчистване на повърхностите от оксидните и други газови слоеве. Получава се ювенилен контакт между две атомно-чисти повърхности. Проявяват се различни молекулни взаимодействия, които водят до пренос на материали от единия елемент към другия, засилена адхезия и свързване. Едновременно с това, поради отсъствието на топлообмен, силно нараства температурата в контакта и се появява пластична деформация на материала.

Използването на смазки в космическата среда е практически невъзможно. Вакуумни ефекти се явяват главно изпарението на маслата и изсушаването на плътните смазочни материали. Повърхностното изчистване във вакуум предизвиква разтичане на маслата от местата, в които са съсредоточени. Това се получава при използването на силиконови масла. Предпочитани конструктивни материали в аеро-космическата техника са: алуминиевите, титановите и медните сплави; неръждаемата стомана и някои композитни материали. От извършените изследвания [2, 3] е установено, че материали от типа силумин и бронз се оказват неподходящи за триботехнически цели във вакуум, тъй като съдържат графит, който, в отсъствието на влага, няма смазващи свойства. За решаване на този проблем е създаден метод за лазерна обработка на повърхности, при който се получава ново интерметално съединение, осигуряващо по-висока изнosoустойчивост.

Често срещан случай на зацепване и блокиране на механизми се наблюдава при въглеродните стомани. Установено е, че при триенето във вакуум се получава двойно по-голяма адхезия, отколкото на въздух [2]. За да се избегне това, е разработена технология, чрез която се извършва термодифузионна обработка на стоманата с цирконий, ванадий, титан, др. метали и последващо нанасяне на боридни покрития. По този начин са постигнати няколко ефекта: подобряване на пластичните свойства, намаляване на адхезията и повишаване на изнosoустойчивостта.

### 3. Експериментални данни

По проект “X-Gear” в секция „Космическо материалознание” на ИКИТ-БАН са разработени покрития с ултрадисперсен диамантен прах [4]. Като резултат са подобрени физико-механичните свойства на материалите, използвани в задвижващи механизми и трибо-системи. Една от целите на проекта е намаляване вредното въздействие върху околната среда, което се получава при топлинните обработки, в частност при закаляване в масло. Изработените по тази технология зъбни колела и предавки намират приложение във вятърните електроцентрали (Фигура 2), [5, 6].



Фигура 2. Вятърна електроцентрала

Най-новите изследвания в областта на вакуумната трибология спомагат за създаването на нови, адаптивни материали за космически приложения. По съвместна програма между Института по проблеми на материалознанието при Националната Академия на Науките на Украйна и ИКИТ-БАН са разработени серия самосмазващи се композитни антифрикционни материали (СКАМ), под общото название “ИПМ” [2, 7]. Те представляват композити на медна основа, в състава на които участват легиращи елементи - фосфор, калай, никел и манган. Функциите на смазващ елемент се изпълняват от олово, включено под формата на глобуларни образувания. Съвременните технологии на производство позволяват качествата на отделните съставки да се комбинират така, че да се получат оптимални показатели - повишена якост и износоустойчивост, намалена пластична деформация, голяма товароспособност и самосмазване, без опасност от сублимация на смазката. Един от тези материали - ИПМ-301 е приложен в задвижващата система на антенното



устройство на космическия прибор Р-400 от международната програма „Природа”.

Използването на олово не е желателно поради неговата токсичност. В екологично отношение това го прави неприложимо, както в земни, така и в космически условия. Много успешна се явява замяната на оловото с молибденов дисулфид ( $\text{MoS}_2$ ), спадащ към класа твърдотелни смазващи материали. Така е получен материалът ИПМ-306  $\{(\text{Cu}+\text{P}+\text{Sn})+\text{MoS}_2\}$ , [8].

В молибденовия дисулфид атомите на молибдена са разположени между два слоя атоми на сярата и здравината на междоатомните връзки е различна в различните направления. Разстоянието между плоскостите се увеличава, което води до отслабване на Ван-дер-Ваалсовите сили. При триене се получава леко плъзгане на едната атомна плоскост по другата. На въздух материалът запазва свойствата си до  $400^\circ\text{C}$ , а във вакуум е стабилен до  $1100^\circ\text{C}$ . Това дава възможност за използването му както в екстремни условия - отсъствие на смазка, повишена температура, липса на окисляваща атмосфера, лъчения, така и в нормални условия на работа.

Материалът ИПМ-306 притежава повишени механични качества (здравина, износоустойчивост и дълготрайност), съчетани със самосмазващ ефект. По този начин са постигнати изключително нисък коефициент на триене  $f=(0,05-0,062)$  и интензитет на износване  $I=1.10^{-6} \text{ mm}^3/\text{Nm}$ .

#### 4. Заключение

През последните години са разработени много нови материали. Чрез използването на нанотехнологиите материалите се подобряват на атомно, молекулно и микромолекулно ниво. Нанотехнологиите ще осигурят многократно намаляване на изхвърлянето на вредни емисии от газове в атмосферата. В някои области на промишлеността нанотехнологичният контрол на изделията и материалите (на ниво единични атоми) вече е нещо обикновено. Търсят се възможности за контрол на замърсяването на околната среда и успешно разграждане на замърсителите. Използването на екологично-чисти материали, несъдържащи канцерогенни елементи, гарантира подобряването на климатичните условия. Това е една от целите при разработването на материала на основата на молибденов дисулфид от класа на слоистите съединения.

## Литература

- [1] Нусинов, М. Д., Воздействие и моделирование космического вакуума, Москва, Машиностроение, 1982.
- [2] Ю. М. Симеонова, Изследване на нови материали и покрития с подобрани антифрикционни свойства за космическо приложение, Хабилизационен труд за получаване на научно звание Професор, София, 2004г.
- [3] Дроздов, Ю. Н., В. Г. Павлов, В. Н. Пучков, Трение и износ в экстремальных условиях, Москва, Машиностроение, 1986.
- [4] <http://mech-ing.com/x-gear/X-GEAR-Presentation-bg.pdf>
- [5] Karaguiozova, Zdravka, Chris Ailot, Iren Drangajova, Anna Petrova, Silvia Vasseva, Stavri Stavrev, Influence of the Basic Material Thermal Processing on the Physical-Mechanical Properties of Chemically Coated Gears, Journal of Science Department “Engineering Sciences” at the Bulgarian Academy of Sciences, ISSN 1312-5702, pp. 69-73, book 4/2009.
- [6] Karaguiozova, Zdravka, Anna Petrova, Silvia Vasseva, Stavri Stavrev, Project X-gear – Development of Gear-Drive Trains Based on New Materials and Novel Gear Systems, EC Framework 6 Collective Research Project, “Nanoscience & Nanotechnology”, Issue 9, Printed by “BPS” Ltd., Sofia, Bulgaria, ISSN: 1313 – 8995. pp. 252-254, 2009.
- [7] Симеонова, Ю., Г. Сотиров, М. Аструкова, Т. Грозданова, Нови самосмазващи се антифрикционни материали за работа в екстремни условия, SENS 2009, Fifth Scientific Conference with International Participation, 2-4 Nov., 2009, Sofia, Bulgaria, Proceedings, 293.
- [8] Грозданова, Т., Трибологични характеристики на антифрикционен материал, съдържащ молибденов дисулфид, XII Международна научна конференция ВСУ 2012, 7-8 юни 2012 г., София, Доклади, Т.2, V-56 -V-59.



THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## НАНОТЕХНОЛОГИИТЕ – РЕАЛНОТО БЪДЕЩЕ

Анна Петрова, Тинка Грозданова, Ставри Ставрев

ИНСТИТУТ ЗА КОСМИЧЕСКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ – БАН, СОФИЯ

1113, УЛ. „АКАД. Г. БОНЧЕВ”, БЛ. 1

E-mail: tinka\_gr@abv.bg, ani@phys.bas.bg, prof.stavrev@gmail.com

## NANOTECHNOLOGIES – THE REALISTIC FUTURE

Anna Petrova, Tinka Grozdanova, Stavri Stavrev

SPACE RESEARCH AND TECHNOLOGY INSTITUTE - BULGARIAN ACADEMY OF  
SCIENCES, SOFIA 1113, ACAD. G. BONCHEV STR., BL. 1

**ABSTRACT:** Nanotechnology is one of the key technologies of the 21st Century. Nanotechnological products and processes hold an enormous economic potential for the markets of the future. The production of ever smaller, faster and more efficient products with acceptable price-to-performance ratio has become for many industrial branches an increasingly important success factor. Due to its interdisciplinary cross-sectional character, nanotechnology will affect broad application fields of chemistry, materials, electronics, medicine, information technology, environmental and energy engineering. Also in space technology a high potential for nanotechnological applications is postulated. The increasing commercialisation of manned and unmanned space travel as well as ever more ambitious missions for the scientific investigation of the solar system and far space, require the development of more efficient, more economical and more resistant space technologies and systems in the future. Nanotechnology could contribute significantly to solutions and technological breakthroughs in this area (nano-spin-on).

**KEY WORDS:** Nanotechnologies, detonation nanodiamond, scanning probe microscopy.

### 1. Въведение

Новата парадигма в областта на технологиите „отдолу-нагоре” е превантивна и допълва старата „отгоре-надолу” (т.е. от големия образец - до готовия продукт чрез отстраняване на излишния материал). Базира се на

дълбоко познаване свойствата на елементите от Менделеевата таблица и използва взаимодействията сили между атомите в нанометричния диапазон. В резултат на тези сили могат да се генерират атомни конфигурации, чиято стабилност се определя от вида и силата на вътрешните връзки, абсолютната температура и естеството на околната среда. Колкото по-малка е частицата, с радиус (10-100)nm, а температурата по-ниска, толкова по-силно се проявяват нейните квантови качества. При едно и също вещество свойствата на наночастиците силно се изменят в сравнение с макрочастиците. За различните характеристики (физико-механични, електрически, топлинни, магнитни, оптични, химични, каталитични и др.) този критичен размер може да бъде различен, както и вида на промяната (монотонна, немонотонна). Свойствата на материята силно зависят от броя еднакви атоми в съвкупността.

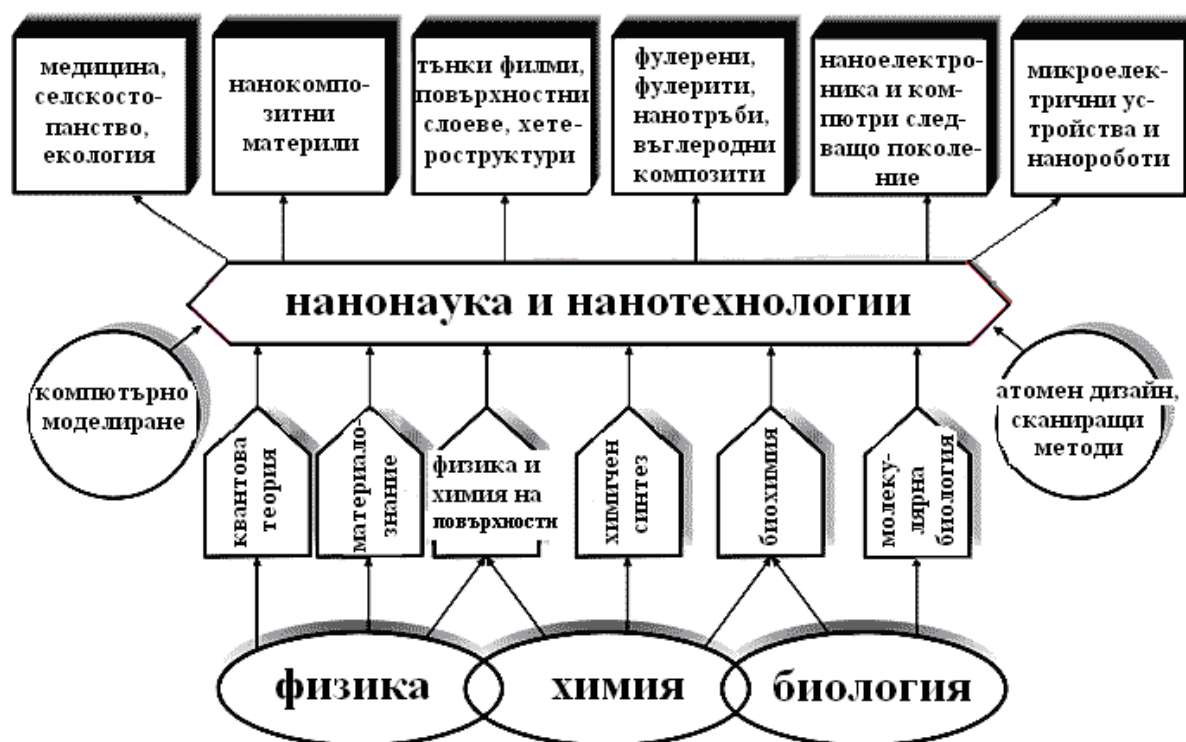
Понятията нанокompозити и наночастици отдавна са влезли в живота ни и са свързани с едно от приоритетните направления в научно-техническото развитие на човечеството - нанотехнологиите и нанотехниката. Това е изкуство да се създават и да се оперира с обекти, чиито размери са от порядъка (1÷100)nm в едно или двете измерения. (1nm=10<sup>-9</sup>m=10<sup>-6</sup>mm=10<sup>-3</sup>µm=10Å). Приставка „нано“, от гръцки „νᾶνος“, означава една милиардна част от нещо и обхваща обекти с размери от порядъка на нанометри. Реалният диапазон е много по-широк. Обектите могат да се разглеждат като отделни атоми (R<0,1nm) до съвкупности от конгломерати и молекули с размери над микрон.

Исторически погледнато първи Ричард Файнман споменава методи, които в последствие ще бъдат наречени нанотехнологии, в прословутата си лекция „Там, долу има много място“ („There's Plenty of Room at the Bottom“) през 1959 г. на ежегодната среща на Американското физично дружество в Калифорнийския технологичен институт. Файнман предположил, че е възможно механично преместване на единични атоми, с помощта на манипулатор, съответстващ на размера, като не се нарушават известните до момента физични закони. Трябва да се създаде механизъм, който да прави свое копие, но един порядък по-малко. Създаденото по-малко копие се възпроизвежда отново, но пак с порядък по-малко, и така до получаването на механизъм, съизмерим с порядъка на атома. В този процес влиянието на силата на гравитацията върху механизма ще отслабва, но междумолекулните и Ван-дер-Ваалсови сили ще оказват все по-голямо влияние. Това ще води до промени в самия механизъм на манипулация. Последната манипулация ще бъде да се събере копие от отделни атоми. Принципно копията могат да бъдат неограничен брой. Нанотехнологията включва производството на устройство и компонентите му, необходими за създаване, обработка и манипулиране с атоми, молекули и наночастици.

Създаването на този механизъм е трудна задача и основа на нанороботите, които предстои да бъдат изобретени.

## 2. Теория и методи

Фундамент на нанотехнологиите се явяват физиката, химията и молекулярната биология на изкуствените и естествените обекти, състоящи се от определен брой атоми [1]. При такива обекти, в значителна степен се проявява дискретната атомно-молекулна структура на веществото и/или квантовите закономерности на поведението им. На Фигура 1 са показани основните направления в развитието на нанотехнологиите.



Фигура 1. Основни компоненти на нанотехнологиите.

Като реална алтернатива на „силициевата” електроника в близко бъдеще се счита молекулярната електроника. В продължение на милиони години еволюция природата е създавала различни молекули, които изпълняват всички необходими функции на един сложен организъм: сетивност, логично-аналитична дейност, памет, движение. Ето защо разработването и произвеждането на изкуствени структури от отделни атоми, при наличието на готови строителни „блокове”, изглежда лесно. Освен това, те имат оптимална конфигурация, структура и нанометричен размер. В момента съществуват фундаментални знания и е достатъчно просто да се демонстрира възможността за създаване на почти всички



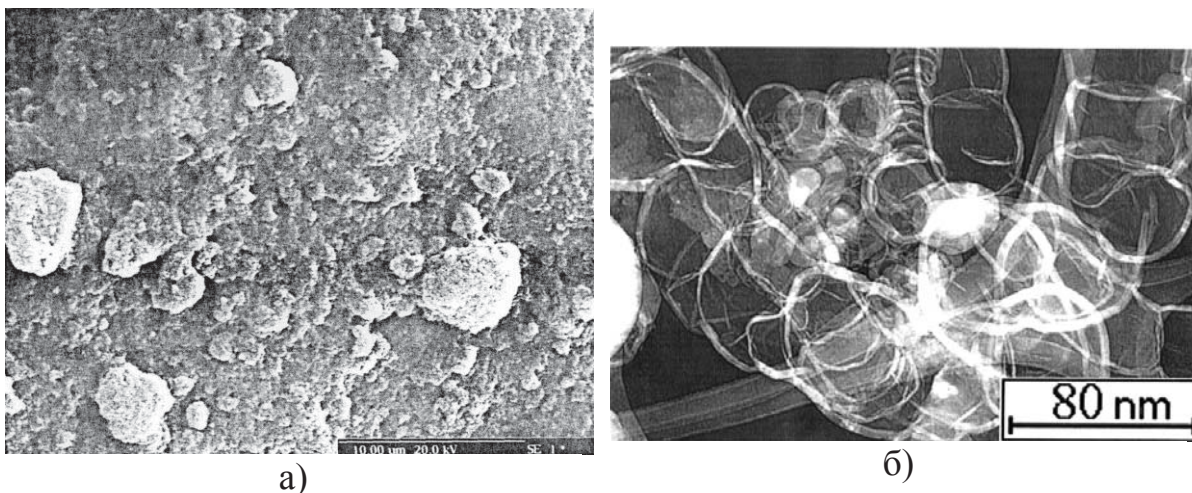
структури, необходими за информационните технологии и микроробототехниката. Молекулярната електроника е част от нанобиотехнологията, която се занимава с биологични обекти и биопроцеси на молекулярно и клетъчно ниво, даващи решаването на много от проблемите на екологията, медицината, здравеопазването, селското стопанство, националната отбрана и сигурност.

Фулерени, фулерити и техни химични производни са перспективни за приложение в областта на нанотехнологиите, спинтрониката и едноелектрониката. Нанотехнологиите и особено молекулярната биология са нови, малко изследвани дисциплини. Големите открития предстоят.

Развитието на съвременната електроника способства за намаляване на размера на устройствата. Класическите методи за производство достигнаха определени икономически и производствени бариери. Нанотехнологиите се явяват следващата естествена стъпка в развитието на електрониката. В Калифорнийския Университет (UCLA) от атоми въглерод е синтезиран наноматериалът графен, способен да стане основа за електрониката. Откритието е перспективно, защото въглеродните наноструктури проявяват полупроводникови свойства и в бъдеще този материал може да замени използвания до сега силиций. Електронни схеми на основата на въглеродни наноструктури и листове графен могат да бъдат наречени „нано-“, а не „микро-“ електроника. Ако вземем частица въглерод във вид на графит или диамант (две извесни, алотропни модификации на този химичен елемент), то свойствата ѝ кардинално ще се различават от свойствата на тънък слой с дебелина един атом. Предполага се, че чиповете с микросхеми на основата на графен ще работят по-бързо.

### **3. Експериментални данни**

Въглеродните нанотръбички (с дебелина на стените един атом) и луковичати наноструктури също притежават удивителни свойства. Те имат високи антифрикционни свойства и са перспективни напълнители за композиционни материали. Нанесени на повърхността, снижават триенето и износването на материала. В секция „Космическо материалознание“ на ИКИТ - БАН са оптимизирани синтезът, процесите на очистка и деагрегация на детонационни нанодиаманти (ДНД), (Фигура 2а). Изследвани са пълните им характеристики. Синтезирани са също въглеродни нанотръбички (Фигура 2б), [2, 3].



Фигура 2. а) ДНД; б) въглеродни нанотръбички.

През 2009 г. китайски учени израстват нанотръбичка с дължина 18 cm, което е много над микроскопичните мащаби.

Голямата специфична повърхност на наночастиците и нанопраховете предопределят високата им химична и каталитична активност. Често нанопраховете се използват като катализатори и реагенти на химични реакции [4].

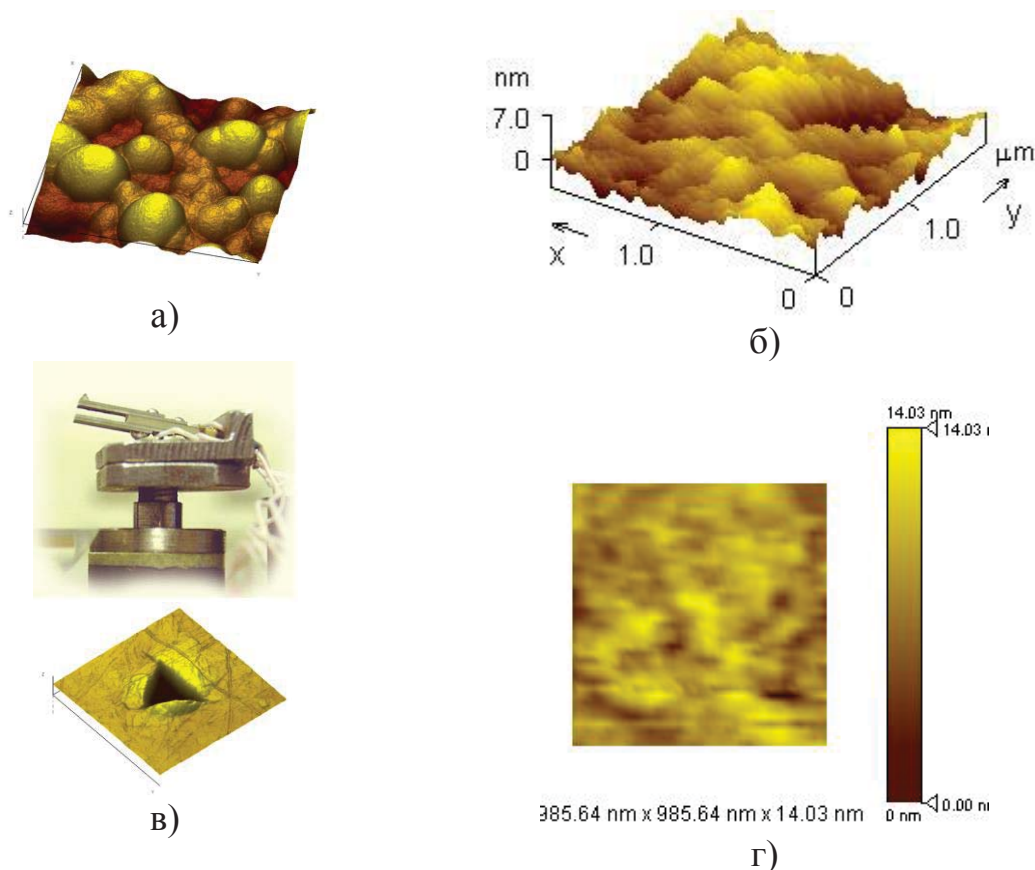
Тънки слоеве на основата на ZnSe намират приложение в електрониката [5], (Фигура 3б). По методите на зол-гел технологията се получават композитни филми на основата на ZnO с голямо приложение в микроелектрониката и техниката [6], (Фигура 3г).

Появата на наноструктурите предизвика създаването на нови методи и инструменти за изучаване на техните свойства. От изобретяването на сканиращия тунелен микроскоп със сонда през 1982 г. от Г. Бининг и Г. Рорер (G.Binnig, G.Rorer), учени от швейцарското отделение на IBM, са минали 30 години, но това откритие се превръща в един от най-мощните инструменти за анализ в нанотехнологиите. През 1986 г. е създаден атомно-силовия микроскоп. За разлика от тунелния, той позволява да се изследват образци не само от проводящи материали. Известни са различни варианти за микроскопия със сканираща сонда (SPM - scanning probe microscopy). Общото за тези методи е наличието на сонда (игла с радиус на върха  $\sim 10$  nm) и сканиращ механизъм, който да мести сондата по повърхността на образца.

Всички известни досега SPM методи могат да бъдат разделени в три основни групи: сканираща тунелна микроскопия (между острието и образца се прилага неголямо напрежение); атомно-силова микроскопия (регистрира се изменението на контакта между иглата в края на конзолата и повърхността на образца в зададени точки на сканиране);

близкооптична микроскопия (сондата е оптичен вълновод, в края на който са разположени лазер и приемник на отражението от повърхността).

В най-добрите модификации на тунелните и атомно-силовите микроскопи може да се осигури атомна резолюция, която е недостижима за електронните микроскопи. Размерите и големината също са в полза на първите, зондови микроскопи. Те могат да се използват за изследване на разнообразни материали (проводници, диелектрици и биологични) при стайна температура, без специална подготовка на образца. Използват се за определяне на атомни конфигурации, както и магнитни, електрически, термични, химични и други свойства на повърхността. Особен интерес представляват опитите за регистриране на спин-зависими явления, които определят големината на тунелния ток като функция на поляризацията на един единствен електрон в атом от повърхността на образца. Това е директен начин за решаване задачите на одноелектрониката и спинтрониката. Тук трябва да споменем успехите на нанолитографията - „рисуване” върху повърхността на различни наноструктури. Развитието на зондовите методи позволява изследването на повърхността на тънки слоеве, благодарение на високата чувствителност на кантилевъра.



Фигура 3. а) 3D повърхност на еталон; б) 3D повърхност на тънък слой ZnSe; в) пиезореzonансна конзола с диамантена игла, чийто отпечатък се вижда; г) повърхност, 2D изображение на ZnO филм.

За диагностика на описаните по-горе наноструктурирани материали сме използвали сканиращ микроскоп „НаноСкан” (Фигура 3в). Основен елемент в него е пиезо-резонансна конзола с диамантена пирамида [7]. Режимът на резонансни колебания позволява да се осъществи контакт между острието и повърхността на образеца, като се следят изменението на амплитудата и честотата на колебанията. Микроскопът е предназначен за изследване на релефа и структурата на повърхността в субмикронни и наноразмерни мащаби на тънки слоеве, филми, ултрадисперсни твърди сплави, нови свръхтвърди и нанофазни композитни материали. Измерва твърдост и еластичност. Твърдостта се измерва чрез надраскване, по метода на склерометрията и наноиндентирването. Получават се тримерни изображения на повърхността, карти на еластичността и кривите на натоварване на изследвания образец (Фигури 3а, 3б, 3г).

Нанотехнологиите оказват голямо влияние върху космическите науки и технологии. Навлизат в новите научни направления. Биофизиката (от гръцки βίος — живот, φύσις — природа) е раздел от физиката и съвременната биология, изучаваща физичните аспекти на съществуване на живата природа на всички нива, от молекулите и клетките до биосферата като цяло. Изследва влиянието на различните физични фактори и процеси в биологичните обекти и системи. Това е комбинативна наука със знания по физика, биология, химия и медицина. Космическата биология (космобиология, астробиология) е наука, изучаваща възможностите за живот и съществуване на живи организми в Космоса. Тя разглежда отсъствието на силата на тежестта и възможността за живот на организми във вакуум. Ксенобиологията е част от космическата биология, изучаваща възможностите за разумен живот в Космоса. Името произхожда от гръцки „ξενός” - чужд и λογία - наука. Често се използва като синоним на астробиологията. За разлика от астробиологията, която се занимава с търсене на живот на основата на класическите органични съединения, ксенобиологията търси необичайни форми на живот, включително и на други небесни тела, освен планетите.

#### **4. Заключение**

Нанотехнологиите изучават подобренията при материалите на атомно, молекулно и микромолекулно ниво. През последните години са разработени много нови материали. Приложенията им имат потенциал да създадат значителни технологични пробиви. Материалознанието на нанометрично ниво се идентифицира като ключова технология, а зондовите методи са универсално средство за изследване.



## Литература

- [1] Денисова, Н. Е ., В. А. Шорин, И. Н. Гонтарь, Н. И. Волчихина, Н. С. Шорина, Триботехническое материаловедение и триботехнология, Пензенский государственный университет, Пенза, 2006.
- [2] Петрова, Анна Петрова, Ставри Янев Ставрев, Международная интеграция в области нанотехнологий: участие в Европейских программах и соглашениях о сотрудничестве с научными подразделениями в России - задачи, проблемы, перспективы, Новейшие разработки российских и болгарских организаций в области нанотехнологии и наноматериалов, Федеральное агенство по науке и инновациям, ISBN 9785-87623-280-9, Москва, pp. 7-12, 2009.
- [3] Петрова, Анна П., Ставри Я. Ставрев, Здравка К. Карагьозова, Состояние синтеза в Болгарии, перспективные технологии и их применение, Новейшие разработки российских и болгарских организаций в области нанотехнологии и наноматериалов, Федеральное агенство по науке и инновациям, ISBN 9785-87623-280-9, Москва, pp. 17-23, 2009.
- [4] Ставрев, С., З. Карагьозова, Ю. Караджов, Д. Митев, Л. Марков, А. Петрова, Изследване на физико-механичните показатели на метални композиционни материали, уякчени с модифицирани ултрадисперсни прахове, Международна научна конференция „Космос, Екология, Сигурност” SES 2006, ISSN – 1313-3888.
- [5] Nesheva, D., M. J. Šćepanović, Z. Levi, S. Aškrabić, Z. Aneva, A. Petrova, Z. V. Popovic, Structural characterization and photoluminescence of ZnSe nanolayers, Jornal of optoelectronics and advanced materials, 11 (9), pp. 1351-1354, 2009.
- [6] Ivanova, T., A. Harizanova, A. Petrova, „Morphological and optical investigation of sol-gel ZnO films”, 15 Workshop „Nanoscience & Nanotechnology”, Sofia 2013, (under print).
- [7] <http://nanoscan.info>.





## ОТКРИВАНЕ НА ОБЕКТИ НА ЗЕМНАТА ПОВЪРХНОСТ ОТ БОРДА НА ЛЕТАТЕЛЕН АПАРАТ

Румен Коджейков, Живко Жеков

ШУМЕНСКИ УНИВЕРСИТЕТ „ ЕПИСКОП К. ПРЕСЛАВСКИ“

**ABSTRACT:** *The object of research is the discovery of distant objects from the Earth surface through optical and electro – optical appliances which are situated on the board of a flying machine. For the sake of the equations simplification, it is assumed that the receiving device is situated at a constant altitude and the motion towards the Earth is made in a straight line. The situation of the distant object is defined by means of density distribution. It is defined that the strategy for discovery of a distinct object depends on the optical and photometric characteristics and the dynamic behaviour of the optical and electro – optical appliances and installation.*

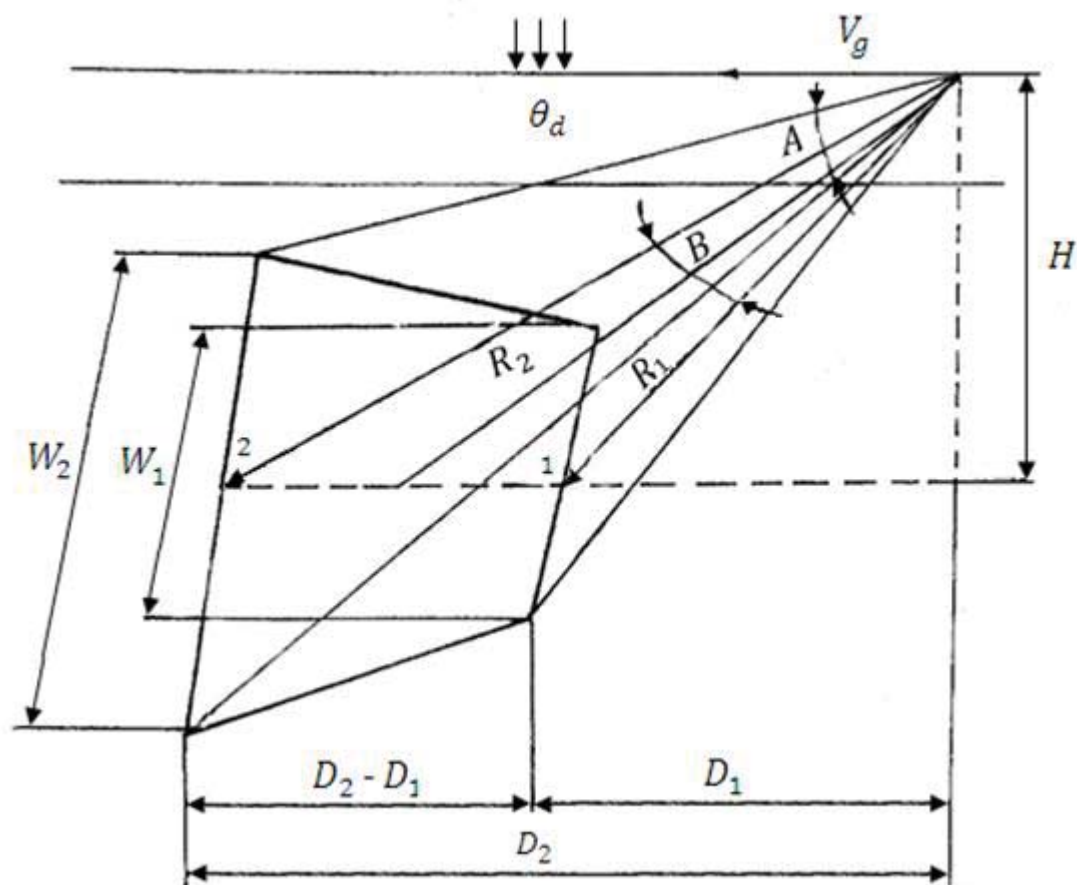
**KEY WORDS:** *discovery of distant objects, optical, electronic – optical, appliances*

Сред направленията, развиващи се ускорено през последните години, следва да се определят преди всичко развитието на ракетно – космическата техника, астрономията, лазерната техника, разширяване на изследванията в инфрачервената и ултравиолетовата част на оптичния спектър [1,2,5,6].

В последно време значително развитие получава статистическата теория за откриване на отдалечени обекти на фона на шумове. Тази теория успешно се използва при анализ и синтез на радиолокационни, радиотехнически и хидроакустически системи [3,4,7,8], но още не е разработено приложението ѝ към оптични, електронно – оптични и оптико – електронни системи. В световната литература тези направления са разработени изключително слабо и наличните съществуващи разработки касаят само отделни въпроси[9,10].

За провеждане на сравнителен анализ на параметрите при откриване на отдалечени обекти е необходимо да се конкретизират вида и реда на търсенето. Интерес представлява търсенето на обекти на земната повърхност, осъществявано от летателен апарат, като за опростяване на уравненията се допуска, че приемното устройство се намира на постоянна височина и движението спрямо Земята се извършва по права линия.

Нека  $A$  и  $B$  – са размерите на зрителното поле на приемното устройство по азимут и по ъгъл на мястото му;  $\theta_d$  - ъгъл на наклона на приемното устройство, отчитан от хоризонталата до центъра на зрителното поле на приемното устройство;  $H$  – височина и  $V_g$  - скорост на приемното устройство спрямо Земята.



Фиг.1. Геометрично съотношение при откриване на обект на земната повърхност от летателен апарат

Тези величини са показани на фиг.1 заедно с изрязания от земната повърхност участък. Те са свързани помежду си със съотношенията:

- (1)  $H / R_2 = \sin(\theta_d - b/2),$
- (2)  $H / R_1 = \sin(\theta_d + b/2),$
- (3)  $H / D_1 = \text{ctg}[90^\circ - (\theta_d + b/2)],$
- (4)  $H / D_1 = \text{ctg}[90^\circ - (\theta_d - b/2)],$
- (5)  $W_1 / R_1 = 2\text{tg}(A/2),$
- (6)  $W / R_2 = 2\text{tg}(A/2).$

Площ с участък от земната повърхност в границите на зрителното поле е равна на:

$$(7) \quad C = \frac{D_2 - D_1}{0,5(W_2 + W_1)}.$$

Ако обектът влиза в зрителното поле в точката 2 (фиг. 1) и излиза от него в точка 1, то времето  $t$  за търсене на обекта в зрителното поле е равно на:

$$(8) \quad t = \frac{(D_2 - D_1)}{V_g}.$$

Визуалната система работи като изчислява отношението сигнал – шум като критерий за важността на получения сигнал. Налице са значително количество данни, потвърждаващи тази теория в различни условия на наблюдения [1,2,4,5]. Фактически няма публикувани данни за зависимостта на условията на откриване на обектите със сложна форма на неравномерен фон от отношението сигнал – шум.

Вероятността за откриване нараства с увеличаване на времето за наблюдение, ъгловия размер на обекта и контраста. Условието за откриване се подобрява с нарастване на разделителната способност  $R$ , определена от броя разделяеми щрихи на обекта, при което подобрението  $M$  се описва с формулата:

$$(9) \quad M = K_1 \lg K_2 R,$$

където:  $K_1$  и  $K_2$  - емпирични константи.

Пълната вероятност за откриване  $P_{\text{отк}}$  се явява функция на смущенията. Ако на картината със смущения, характеризирана по ъгловите размери на телесния ъгъл  $\Omega_s$ , е нужно да се издири обект с ъглови размери  $\Omega_T$  за време  $t$ , то в съответствие с изводите на [9] пълната вероятност за откриване  $P_{\text{отк}}$  е равна на:

$$(10) \quad P_{\text{отк}} = P'_{\text{отк}} [1 - \exp(-6,9t\Omega_T / \Omega, K)],$$

където:  $P'_{\text{отк}}$  - вероятността наблюдателя да открие обекта;  
 $K$  - импиричен коефициент на смущенията, пропорционален на плътността на лъжливите обекти в картината.

Типични стойности за  $K$  са в диапазона 0,01 – 0,1. До този момент не са публикувани данни за качеството на изображението необходими за прехода от откриването към класификация. Това свидетелства за непълнота на класификацията като задача за интерпретация на

изображението. Класификацията е особено важна във военната област. Например, обичайните ситуации се явяват такива, когато е известно, че в определен сектор не се предполага наличие на собствени военни машини или че в определен сектор трябва да се появи самолет на противника. В тези случаи е достатъчно само да се открие обекта и да се класифицира като военна машина или самолет, за да се открие огън.

Всички изследователи са единни в мнението си, че подобреното на разделителната способност на уреда за наблюдение подобрява характеристиките за откриване, различаване и опознаване на отдалечени обекти.

Задачата за откриване на отдалечени обекти възниква тогава, когато е необходимо да се определи наличието и положението на обект в зададена област  $\Omega$  от  $n$ -мерно пространство  $R_n$ , с помощта на оптични, електронно – оптични и оптико – електронни уреди и апаратура. Положението на отдалеченият обект се определя с помощта на определено плътностно разпределение. Ако обекта е неподвижен, то плътностното разпределение не зависи от времето, т. е. има вида  $u(x)$ , където  $x \in \Omega$ .

В случай, когато плътностното разпределение зависи от времето, т. е. има вида  $u(x,t)$ , където  $x \in \Omega$  и  $t \geq 0$ , са възможни два случая, когато вида и функцията  $u(x,t)$  се определя от характерното движение на целта и когато тази функция непосредствено удовлетворява определено уравнение. Добър пример за първия случай е морски съд дрейфуваш в морето. Ако са известни плътността и разпределението на неговото положение в началната точка на дрейфа, а също статистиката на вятъра и морските течения, плътността на разпределението при  $t > 0$  може да бъде получена по стандартни методи от теорията на вероятностите. Във втория случай уравнение, което удовлетворява функцията  $u(x,t)$  е като правило уравнение еволюционен тип:  $\frac{du(x,t)}{dt}$ , където функцията  $u(x,0)=u(x)$  е зададена.

Обикновено се предполага, че уравнението има единствено решение, удовлетворяващо началното условие.

Процесът на откриване на отдалечени обекти, е сложен и зависим от много фактори. В процеса на откриване посредством уреди и апаратури се извършва серия от наблюдения в различни точки  $x$  от областта  $\Omega$ . Ако наблюденията в точка  $x$  се обозначат с  $y(x)$ , то вероятността за откриване ще зависи от  $\varphi(x)$  и от самата точка  $x$  в смисъл, че ако отдалеченият обект който се търси е в точка  $x$ , то вероятността за откриване ще има вида  $g(x,\varphi(x))$ . Функцията  $g(x,\varphi(x))$  винаги притежава определени, специфични свойства. Ако откриване няма, т. е.  $\varphi(x) \geq 0$ , то отдалеченият обект не може да бъде открит. Следователно  $g(x,0)=0$  за всички  $x \in \Omega$ . Докато функцията  $g(x,\varphi(x))$  е с някаква вероятност, то  $0 \leq g(x,\varphi(x)) \leq 1$  за

всички проведени наблюдения по откриване на отдалечен обект. Освен това  $g(x, \varphi(x))$  е нарастваща функция от  $\varphi(x)$  при всички  $x \in \Omega$ , тъй като увеличаването на  $\varphi(x)$  очевидно увеличава вероятността за откриване. Съществува граница  $\lim_{\varphi \rightarrow \infty} g(x, \varphi(x)) = g_{\infty}(x \leq 1)$  за всички  $x \in \Omega$ .

Практическото определение на функцията  $\varphi(x)$  и  $g(x, \varphi(x))$  в повечето случай е изключително трудно. За целта би била необходима информация за уредите и апаратурата и особеностите на областта  $\Omega$ . Ако например уреда за откриване е човешкото око, нужно е да се извърши подробен анализ на цялата зрителна (оптична и електронно – оптична) система. На практика се налага избиране на определена подходяща функция  $g(x, \varphi(x))$ , отразяваща основните особености на ситуацията на откриване на отдалечен обект. Основно се избира функция  $g(x, \varphi(x)) = 1 - e^{-\varphi(x)}$ . В случай, когато при наблюдение за откриване на отдалечен обект се избере функцията  $\varphi(x)$ , може да бъде определена и допълнителна функция  $\lambda(x, t)$  такава, че  $\varphi(x) = \int_0^T \lambda(x, t) dt$ , където  $t$  е време, определено за откриването.

Функцията  $\lambda(x, t)$  е функция на плътността на откриване или стратегия на откриването, като обикновено се предполага, че  $\lambda(x, t) \geq 0$  за всички  $x \in \Omega$ ,  $t \geq 0$  и  $\int_{\Omega} \lambda(x, t) dx = L(t)$  за всички  $t \geq 0$ .

Ако наблюденията,  $\varphi(x)$ , функцията  $g(x, \varphi(x))$  и плътността на разпределение на отдалечения обект  $u(x)$  са зададени, то вероятността за откриване на отдалечен обект  $P(T)$  за време  $T$  се изразява във вида:

$$11) \quad P(T) = \int_{\Omega} g(x, \varphi(x)) u(x) dx,$$

което е целеви функционал на задачата за откриване на отдалечен обект.

Следователно стратегията на откриване на отдалечени обекти от земната повърхност от борда на летателен апарат зависи от оптичните и фотометрични характеристики и динамичното поведение на оптичните и електронно – оптичните уреди и апаратура.



## Литература:

- [1] Бойчев Б. Малки двуканални фотомери по проекти “Активен” и “АПЕКС” сп. Аерокосмически изследвания в България, бр. 14, 1998, с. 92-97.
- [2] Гецов П. Космос, екология, сигурност. Нов български университет, София, 2002, 211 с.
- [3] Манев А., К. Палазов, С. Райков, В. Иванов. Комбиниран спътников мониторинг на температурната аномалия през август 1998 г., Сборник доклади на IX-та национална конференция с международно участие “Основни проблеми на слънчево – земните въздействия” ЦЛКИ-БАН, София, 2002, с. 153 – 156.
- [4] Мардиросян Г., Аерокосмически методи в екологията и изучаването на околната среда. Акад. издат. “Марин Дринов, София, 2003, 201 с.
- [5] Стоянов С. Приложна оптика. Издат. „ Фабер“. В.Търново, 2009, 231 с.
- [6] Стоянов С. Проектиране на оптични уреди. Издат. „ Фабер“. В.Търново, 2010, 348 с.
- [7] Цекова В., Е. Цеков. Коригиране на полуавтоматична система за управление на подвижни обекти. Научно – тематичен сборник на ЮНС на ВВБУ “Г. Бенковски”, т. 2, 1998 г., с. 228 – 232.
- [8] Цекова В. Избор на телевизионен датчик и оптика за оптико – електронни системи за въздушно разузнаване. Научно – тематичен сборник на ЮНС на ВВБУ “Г. Бенковски”, т. 2, 1998, с. 223 – 228.
- [9] Enoch J. M. Effect of the Suze of a complex display upon visual search, JOSA, 1989, 49, p. 280 – 286.
- [10] Tzekova V., Tzekov E. Bright spots selection in TV – images, Aerospace Research in Bulgaria, vol 27, 2003, p.p. 151-156



THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## ОПТИКО–ЕЛЕКТРОНЕН МЕТОД ЗА РАЗРАБОТВАНЕ НА УРЕДИ И АПАРАТУРА ЗА МОНИТОРИНГ НА АТМОСФЕРАТА

Стилиян Стоянов

ИНСТИТУТ ЗА КОСМИЧЕСКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ –БАН  
E-mail: stil717@yahoo.com

## OPTIC–ELECTRONIC METHOD FOR DEVELOPMENT OF DEVICES AND APPLIANCES FOR ATMOSPHERE MONITORING

Stiliyan Stoyanov

SPACE RESEARCH AND TECHNOLOGY INSTITUTE – BULGARIAN ACADEMY OF  
SCIENCES

**ABSTRACT:** *The presented paper contains basic parts from the development of optic-electronic devices and appliances for distant research. Attention is being paid to research of the mathematical model of an optic-electronic device, theoretical model of non-Gauss background, research of the influence of the molecular light diffraction on the light-protective characteristics of optic-electronic devices, entrance influence and research of the possibility of compensation of the atmospheric dispersion, influence of the light-protective characteristics as well as the influence of the parameters of optic-electronic devices on the scanning speed in space.*

*As a result from the performed calculations and experiments, a Satellite spectrophotometer has been presented which is used for distant research of the total atmospheric ozone content.*

**KEY WORDS:** *distant research, optic-electronic method, devices, appliances*

На 4 октомври 1957 г. в Съветския съюз бе осъществен пуск на първия в света изкуствен спътник на Земята. Човечеството навлезе в ерата на Космоса. Спътникът отвори възможности и нови хоризонти и след три и половина години представител на нашата планета, руският космонавт Юрий Гагарин извърши полет в безпределното космическо пространство.

Първите три десетилетия се характеризират със значителни успехи в усвояването на Космоса – проведоха се продължителни многомесечни

полети на орбитални станции и американският астронавт Нийл Армстронг стъпи на Луната. Много учени успешно работят в областта на космическите изследвания, сателити изследват планети и комети от слънчевата система.

На 1 декември 1972 г. е изстрелян първият български космически прибор П-1. България става 18-та космическа държава в света.

Въпросите по мониторинг на атмосферата са едни от особено важните и актуални при визуалните методи на изследване и наблюдение. Един от най-ефективните и информационни методи са оптичните изследвания [5,7,27,28,32,34,46]. За да се осигури надеждно регистриране в зрителното поле, необходимо е още в стадия на проектиране на оптични уреди да се обосноват и изберат необходимите характеристики, които трябва да притежава оптичната система. Известно е, че за изследване на обекти от съществено важно значение е оптичната система да притежава голямо зрително поле и малко увеличение, а за идентифициране е необходимо по-голямо увеличение и намалено зрително поле, за да може наблюдателят детайлно да наблюдава и надеждно да характеризира оптичната система.

Желателно е, ако има възможност, за сканиране на оптичната система в различни направления, а ако това е невъзможно, то необходимо е да се предвиди възможност за конструктивно осигуряване на сканиране поне в едно от направленията – хоризонтално или вертикално, в зависимост от обекта на изследване.

### ***Математичен модел на оптичен тракт на оптико – електронен уред***

Основния принцип на работа на оптико – електронните уреди се заключава в това, че контролирания параметър предизвиква в равнината на анализа на уреда изменение на разпределението на осветеността или изместване на светлинното петно (марка) спрямо анализатора, изменяйки съответстващия образ на сигнала на изхода на фотоприемника (един или няколко), при което тази форма на сигнала се определя от разпределението на осветеността и вида на анализатора [38]. Във връзка с това, при моделиране на оптико -- електронен уред, една от главните задачи при пресмятане на оптичния тракт, е определяне на това разпределение. При решаване на голяма част от практически задачи, за получаване на разпределението на осветеността, целесъобразно е използването на дифракционно приближение, правомерността и условията за приложение на което, се определят по критерия на Релей [4,39]. Това се обосновава от положението, че в уредите работещи с малко относителни отворстия, монохроматичните аберации са минимални. Освен това, в съвременните оптико – електронни уреди все по често се влагат оптични елементи, аберационните характеристики на които са на нивото на дифракционните. При такива условия на компоновка на оптичния тракт и светлинните

диаметри на елементите, играят основна роля при формиране на информационния сигнал на изхода на фотоприемника на оптико – електронния уред [15,19,29,33,40].

В дифракционно приближение разпределението на осветеността може да бъде получена с помощта на принципа на Хюйгенс – Френел, представляваща интегрално преобразуване над известно разпределение на комплексни амплитуди, зададено в определена изходна равнина и позволяваща определянето на структурата на светлинното поле в произволна равнина [5]. При изпълнение на съотношението [12].

$$(1) \quad L^3 \gg \frac{\pi}{\lambda} [(x_{\max} - \xi_{\max})^2 + (y_{\max} - \eta_{\max})^2]$$

където:  $L$  – разстояние между горепосочените равнини;

$\lambda$  - дължина на вълната на излъчването;

$\xi_{\max}, \eta_{\max}, x_{\max}, y_{\max}$  - характерни размери на изходното и формираното разпределение.

Интеграла на Хюйгенс – Френел има вида [6].

$$(2) \quad U(x, y) = \frac{ik}{2L} \iint_S U_0(\xi, \eta) \exp \left\{ -\frac{ik}{2L} [(x - \xi)^2 + (y - \eta)^2] \right\} d\xi d\eta,$$

където:  $U_0(\xi, \eta)$  и  $U(x, y)$  - разпределение на комплексни амплитуди в изходната и анализираната равнина;

$\xi, \eta$  и  $x, y$  – координати в изходната и анализираната равнина;

$S$  – област в изходната равнина, в която е зададено разпределението на комплексните амплитуди;

$k = \frac{2\pi}{\lambda}$  - вълново число.

За отчитане влиянието на диафрагмата и габаритните светлинни размери на оптичните елементи, играещи важна роля при образуване на изображение, интегрирането в (2) е необходимо да се изпълни по габаритните оптични параметри, по метода на гаусовите диафрагми [6,39], заключаващ се в отъждествяване на безаберационната леща с фокусно разстояние  $f$  и светлинния радиус  $R$ , с функция на амплитудно пропускане на закона на Гаус. Такова определение на функцията на пропускане на оптичните елементи позволява отчитането на светлинния диаметър, линейните премествания  $\delta_x, \delta_y$  относно оптичната ос и ъглите  $\alpha_x, \alpha_y$  на

които се премества оста на лъча, след преминаването през оптичните елементи. Такава функция на пропускане има вида:

$$(3) \quad T(x, y) = \exp \left\{ iK \left[ \frac{(x - \delta_x)^2 + (y - \delta_y)^2}{2F} + \alpha_x x + \alpha_y y \right] \right\},$$

където:  $\frac{1}{F} = \frac{1}{f} - \frac{i}{KR^2} T(x, y)$ , може да се счита за функция на пропускане на обобщен оптичен елемент, т.к. при  $f \rightarrow \infty$ ,  $\alpha_x = \alpha_y = 0$ , този израз представлява пропускане през диафрагма с радиус  $R$ , с център, изместен на вектор  $\{\delta_x, \delta_y\}$  от оптичната ос, а при  $|F| \rightarrow \infty$  - пропускане през оптичен клин.

Разпространението на излъчване чрез оптичен тракт може да бъде описано като последователно преобразуване на разпределение на комплексни амплитуди, умножено по функцията на пропускане на оптичния елемент [12,22]. След преминаване на определен брой оптични елементи, функцията на разсейване на точките  $h(x, \xi)$  ще бъде функция на Гаус, следователно за разпределението на осветеността може да се получи аналитичен израз [1].

$$(4) \quad h(x, \xi) = \frac{\left( \frac{iK}{2\pi} \right)^{\frac{n}{2}}}{\sqrt{d_1 d_2 \dots d_n \det(A_{ij})}} \exp \left[ -\frac{iK}{2} \frac{\det(B_{ij})}{\det(A_{ij})} \right],$$

където:  $\det(A_{ij})$  и  $\det(B_{ij})$  – определители, имащи вида:

$$(5) \quad \det(B_{ij}) = \begin{vmatrix} l_1 & -b_1 & 0 & c_1 - x \\ -1 & l_2 & 0 & c_2 \\ 0 & 0 & l_n & c_n - \xi \frac{d_n}{d_{n+1}} \\ c_1 - \frac{x}{d_n} & c_2 & c_n - \frac{\xi}{d_n} & 0 \end{vmatrix}$$

$$(6) \quad \det(A_{ij}) = \begin{vmatrix} l_1 & -b_1 & 0 & 0 \\ -1 & l_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & l_{n-1} & b_{n-1} \\ 0 & 0 & -1 & l_n \end{vmatrix}$$



В КОИТО:

$$l_j = d_j \left( \frac{1}{d_j} + \frac{1}{d_{j+1}} - \frac{1}{F_j} \right);$$

$$b_j = \frac{d_j}{d_{j+1}}; \quad c_j = \alpha_j - \frac{\delta_j}{F}, \text{ при } j = 1, 2 \dots n;$$

$d_j$  - разстояние по оптичната ос между първия и  $j$ -тия елемент.

$\alpha_j$  - ъгъл, на който  $j$ -тия елемент премества осевия лъч;

$\delta_j$  - изместване на оптичния елемент;

$x, \xi$  - координати в изходната и анализираната равнина;

$n$  – брой оптични елементи в оптичния тракт;

$$\frac{1}{F_i} = \frac{1}{f_i} - \frac{i}{kR_j^2}$$

Израз (4) представлява нееднородна квадратична форма на променливите  $x$  и  $\xi$ .

$$(7) \quad \frac{iK \det(B_{ij})}{2 \det(A_{ij})} = \frac{a_{11}x^2 + 2a_{21}x\xi + a_{22}\xi^2 + 2m_1x + 3m_2\xi}{\det(A_{ij})}.$$

Коефициентът на тази форма  $a_{ij}$  и  $m_j$ , при  $i, j = 1, 2$  се определят чрез диференциране  $\det(A_{ij})$  по  $x$  и  $\xi$ .

$$a_{11} = \frac{\partial^2}{\partial x^2} [\det(B_{ij})] \Big|_{\substack{x=0 \\ \xi=0}}$$

$$m_1 = (-1)^{n+1} \left( \frac{2\Delta n}{d_1} \right); \quad m_2 = \frac{1}{d_{n+1}} (\Delta n + dn\Delta n)$$

При известна функция на разсейване на точка, то не е трудно да се определи разсейването на осветеността. Представените формули позволяват да се моделира работата на оптико – електронния уред, многократно пресмятане (за различно избрани произволни точки) преминаването на излъчването през оптичния тракт, отчитайки всеки път изменението на положението на оптичните елементи или параметри на светлинно излъчване.

Резултатите от изследването позволяват избор на сигнал за фотоприемника, позволяващ характеризирането на оптичния тракт на оптико – електронен уред, който може да бъде използван за моделиране на следващи електронни блокове на уреда.

### **Теоретичен модел на негаусов фон**

Моделите на фонове случайни варианти е необходимо да отразят свойствата на реални фонове и да бъдат аналитични. Сред известните модели, удовлетворяващи тези противоречиви изисквания са тези, използващи многомерен нормален закон с различни пространствени спектри [26]. Гаусовите модели не предават съществуващите в ред реални фонове, редки яркостни граници между отделни яркостни образования. Съществуват и други модели, които отразяват указаните особености на фона и позволяват пресмятането на определени характеристики на фонова реализация [36,41].

В настоящата разработка се предлага евристичен модел за случаен фон. Фона е построен на основата на модел с последователни светли и тъмни петна случаен размер от типа на шахматна дъска.

Яркостта  $Z$  за всяка точка от полето на модела е функция от два независими случайни процеса  $\varphi(x)$  и  $\varphi(y)$ , реализацията на които в по взаимно перпендикулярни оси  $OX$  и  $OY$ . В качеството на случайни процеси  $\varphi(x)$  и  $\varphi(y)$  се избира Марковски прекъсващ процес с две състояния. Състоянията на процесите  $\varphi(x)$  и  $\varphi(y)$  се характеризират със стойностите  $a_1, a_2, b_1, b_2$  съответно, а интензивността на пуасоновия поток в процесите  $\varphi(x)$  и  $\varphi(y)$  – със стойностите  $\alpha_x, \beta_x, \alpha_y, \beta_y$ . Марковските процеси се разглеждат в стационарен режим. За всяка двойка се определя яркостта  $Z$ .

$$Z = f(a_i, b_j) (ij = 1, 2)$$

Пространствената функция на корелация на стойността  $Z$  се характеризира с изрази:

$$(6) \quad K(\Delta x, \Delta y) = \sum_{a_i, a'_j} \sum_{b_j, b'_k} f(a_i, b_j) f(a'_i, b'_j) \times P(a_i, b_j, a'_i, b'_k, \Delta x, \Delta y) - \left[ \sum_{a_i, b_j} f(a_i, b_j) P(a_i, b_j) \right]^2,$$

Където:  $a'_i$  и  $b'_k$  отстоят от  $a_i, b_j$  на разстояние  $\Delta x$  и  $\Delta y$  съответно:

$P(a_i, b_j, a'_i, b'_k, \Delta x, \Delta y)$  – съвместни вероятностни състояния, конкретно указани в скобите.

Доколкото процесите  $\varphi(x)$  и  $\varphi(y)$  са независими,

$$P(a_i, b_j, a_i|b_k, \Delta x, \Delta y) = P(a_i, a_i|, \Delta x)P(b_j, b_k, \Delta y),$$

$$P(a_i|b_j) = P(a_i)P(b_j)$$

Вероятностите,

$$P(a_i|a_i, \Delta x), P(b_j, b_k, \Delta y), P(a_i), P(b_j)$$

Може да се пресметнат, решавайки диференциалните уравнения за вероятностните състояния на Марковските процеси:

$$(7) \quad P(a_1|a_1, \Delta x) = \frac{\beta_x^2}{\lambda_x^2}(1 - e^{-\lambda_x|\Delta x|}) + \frac{\beta_x}{\lambda_x}e^{-\lambda_x|\Delta x|},$$

$$(8) \quad P(a_1, a_2, \Delta x) = P(a_2, a_1, \Delta x) = \frac{\alpha_x \beta_x}{\lambda_x^2}(1 - e^{-\lambda_x|\Delta x|}),$$

$$(9) \quad P(a_2, a_2, \Delta x) = \frac{\alpha_x^2}{\lambda_x^2}(1 - e^{-\lambda_x|\Delta x|}) + \frac{\alpha_x}{\lambda_x}e^{-\lambda_x|\Delta x|},$$

От формули (7), (8), (9) при  $\Delta x = 0$ , се получава:

$$(10) \quad P(a_1) = \frac{\beta_x}{\lambda_x}, \quad P(a_2) = \frac{\alpha_x}{\lambda_x}$$

Поставяйки изрази (7) .. (10) и аналитичните формули за процеса  $\varphi(y)$  в израза [6] се получава:

$$(11) \quad K(\Delta x, \Delta y) = (\lambda_x \lambda_y)^{-2} \{ [f^2(a_1, b_1) + f^2(a_1, b_2)] \times \\ \times \left( e^{-\lambda_y|\Delta y|} \beta_x^2 \beta_y \alpha_y + e^{-\lambda_x|\Delta x|} \beta_x \beta_y^2 \alpha_x + \gamma_{xy} \right) + \\ + [f^2(a_2, b_1) + f^2(a_2, b_2)] (e^{-\lambda_y|\Delta y|} \alpha_x^2 \alpha_y \beta_y + e^{-\lambda_x|\Delta x|} \alpha_x \alpha_y^2 \beta_x + \gamma_{xy} + \\ + 2f(a_1, b_1)f(a_1, b_2)[-e^{-\lambda_y|\Delta y|} \beta_x^2 \beta_y \alpha_y + \gamma_{xy}(e^{\lambda_y|\Delta y|} - 1)] + 2f(a_2, b_1)f(a_1, b_1)] \times \\ \times \left[ -e^{-\lambda_x|\Delta x|} \alpha_x \beta_x \beta_y^2 + \gamma_{xy}(e^{\lambda_x|\Delta x|} - 1) \right] + 2[f(a_1, b_1)f(a_2, b_2) + \\ + f(a_1, b_2)f(a_2, b_1)] \times (1 - e^{\lambda_y|\Delta y|} - e^{\lambda_x|\Delta x|}) \gamma_{xy} + 2f(a_1, b_2) \times \\ \times f(a_2, b_2)[-e^{-\lambda_x|\Delta x|} \alpha_y^2 \alpha_x \beta_x + \gamma_{xy}(e^{\lambda_y|\Delta y|} - 1)] + \\ + 2f(a_2, b_1)f(a_2, b_2)[e^{-\lambda_y|\Delta y|} \alpha_x^2 \alpha_y \beta_y + \gamma_{xy}(e^{\lambda_y|\Delta y|} - 1)] \},$$

$$\text{където: } \gamma_{xy} = \alpha_x \alpha_y \beta_x \beta_y e^{-\lambda_x|\Delta x| - \lambda_y|\Delta y|}$$

Посредством съотношение (6) може да се пресметнат корелационните функции на порядък от частни случаи, характеризиращи различни видове функции  $z = f(a_i, b_j)$

(12)

$$z = f(a_i, b_j) = \begin{matrix} c, & \text{ако } i \neq j \\ d, & \text{ако } i = j \end{matrix}$$

Замествайки (12) в (11) се получава:

$$(13) \quad K(\Delta x, \Delta y) = \left( \frac{d-c}{\lambda_x \lambda_y} \right)^2 [\alpha_y \beta_y (\beta_x - \alpha_x)^2 e^{-\lambda_y |\Delta y|} + \alpha_x \beta_x (\beta_y - \alpha_y)^2 e^{-\lambda_x |\Delta x|} + 4\alpha_x \alpha_y \beta_x \beta_y e^{-\lambda_x |\Delta x| - \lambda_y |\Delta y|}]$$

Ако например  $\Delta x = 0$ , тогава:

$$K(0, \Delta y) = \left( \frac{d-c}{\lambda_x \lambda_y} \right)^2 [\beta_x^2 + \alpha_x^2 + 2\alpha_x \alpha_y \beta_x \beta_y] \times e^{-\lambda_y |\Delta y|} + \alpha_x \beta_x (\beta_y - \alpha_y)^2]$$

Полагайки в (8) една от интензивностите равна на нула, получава се израз за пресмятане корелационната функция на хоризонтални или вертикални ивици със случайна ширина. В частност, ако  $\alpha_x = 0$ , то:

$$K(\Delta x, \Delta y) = \left( \frac{d-c}{\lambda_x \lambda_y} \right)^2 \alpha_y \beta_y \beta_x^2 e^{-\lambda_y |\Delta y|}$$

Представени са формули за пресмятане корелационни функции, получени на базата на съотношение (6) при различни видове функции  $z = f(a_i, b_j)$

1. При  $z = a_i \pm b_j$ ,

$$(14) \quad K(\Delta x, \Delta y) = \frac{\alpha_x \beta_x}{\lambda_x^2} (a_1 - a_2)^2 e^{-\lambda_x |\Delta x|} + \frac{\alpha_y \beta_y}{\lambda_y^2} (b_1 - b_2)^2 e^{-\lambda_y |\Delta y|}$$

2. При  $z = a_i b_j$ ,

$$(15) \quad K(\Delta x, \Delta y) = \frac{1}{\lambda_x^2 \lambda_y^2} [\alpha_y \beta_y (b_1 - b_2)^2 (a_2 \alpha_x + a_1 \beta_x)^2 e^{-\lambda_x |\Delta x|} + \alpha_x \alpha_y \beta_x \beta_y (b_2 - b_1)^2 (a_2 - a_1)^2 e^{-\lambda_x |\Delta x| - \lambda_y |\Delta y|}]$$

3. При  $z = \frac{a_i}{b_j}$

$$(16) \quad K(\Delta x, \Delta y) = \frac{1}{\lambda_x^2 \lambda_y^2} [\alpha_y \beta_y (a_1 \beta_x + a_2 \alpha_x)^2 \left( \frac{1}{b_1} - \frac{1}{b_2} \right)^2 e^{-\lambda_y |\Delta y|} + \\ + \alpha_x \beta_x \left( \frac{\beta_y}{b_1} + \frac{\alpha_y}{b_2} \right) (a_2 - a_1)^2 e^{-\lambda_x |\Delta x|} + \alpha_x \alpha_y \beta_x \beta_y \left( \frac{1}{b_1} + \frac{1}{b_2} \right)^2 x \\ \times (a_2 - a_1)^2 e^{-\lambda_x |\Delta x| - \lambda_y |\Delta y|}]$$

Аналогично може да се пресметнат корелационни функции и за други видове зависимости  $z = f(a_i, b_j)$ .

Всяка от приведените по горе корелационни функции, съответствува на пространствен спектър с мощност  $S(\varpi_x, \varpi_y)$ :

$$S(\varpi_x, \varpi_y) = \iint K(\Delta x, \Delta y) e^{-i(\varpi_x \Delta x + \varpi_y \Delta y)} d(\Delta x) d(\Delta y)$$

Например аналитичния израз на спектъра, съответстващ на корелационната функция (16):

$$(17) \quad S(\varpi_x, \varpi_y) = \frac{1}{\lambda_x^2 \lambda_y^2} [\alpha_y \beta_y (b_1 - b_2)^2 (a_2 \alpha_x + a_1 \beta_x) \frac{2\lambda_y}{\lambda_y^2 + \varpi_y^2} + \\ + \alpha_x \beta_x (a_2 - a_1)^2 (b_1 \beta_y + b_2 \alpha_y)^2 \frac{2\lambda_x}{\lambda_x^2 + \varpi_x^2} + \alpha_x \alpha_y \beta_x \beta_y (b_2 - b_1)^2 x \\ \times (a_2 - a_1)^2 \frac{4\lambda_x \lambda_y}{(\lambda_x^2 + \varpi_x^2)(\lambda_y^2 + \varpi_y^2)}]$$

Съпоставянето на получените резултати позволява да се направи извода, че избора на функцията  $z = f(a_i, b_j)$  съществено влияе на вида на корелационната функция на имитирания фон. Изменяйки стойностите  $\alpha_x, \alpha_y, \beta_x, \beta_y$ , а така също и  $a_1, a_2, b_1, b_2$  може да се сдобием с приближена корелационна функция на имитирания фон към корелационната функция на реалния фон.

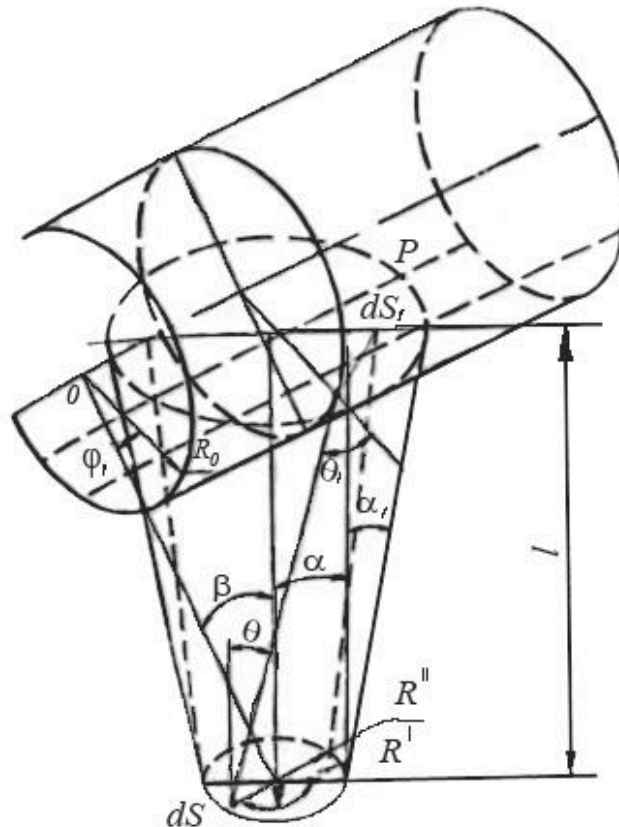
### ***Влияние молекулярното разсейване на светлината върху светозащитните характеристики на оптичните уреди***

Отчитането на светозащитните характеристики на оптичните и оптико – електронните уреди се свежда до определяне ефективността на защита от странично излъчване, смесващо се с информационния сигнал от изследвания обект. При пресмятане на светозащитните свойства, се отчита засветяването на входното отверстие от страничен източник под различен ъгъл спрямо оптичната ос на уреда [15,21,35].

Предлага се методика за определяне на излъчването вследствие молекулярното разсейване на светлината, позволяваща правилна



интерпретация на резултатите при измерване светозащитните характеристики на оптичните уреди. Входното отверстие на уреда (фиг. 1) с радиус  $R^I$ , светозащитната бленда е с дължина  $l$ , радиуса на изходното отверстие е  $R^{II}$ , ъгъла на разтвореност на блендата  $-\alpha_1$  и зрително поле  $\alpha$  се засветява от паралелен сноп с радиус  $R_0$  от страничен източник на лъчение. Задачата е да се определи потока, създаващ на изхода на блендата излъчване, разсеяно от молекулите на въздуха. Потока ( $dF_\lambda$ ) с дължина на вълна  $\lambda$ , изходящ от



Фиг. 1 Геометричен модел

безкрайно малък елемент  $dS_1$  от повърхността на излъчващия обем и попадащ на безкрайно малка повърхност  $dS$  от изходното отверстие на блендата, може да се представи:

$$(18) \quad dF_\lambda = B_\lambda \frac{\cos \theta \cos \theta_1}{R^2} dS dS_1,$$

където:  $\theta_1$  и  $\theta$  – ъгъл между линията, съединяваща елементарните площадки и нормалите към тях;

$R$  – разстояние между елементарните площадки;

$B_\lambda$  – яркост на безкрайно малък елемент от повърхността  $dS_1$  с дължина на вълната  $\lambda$ .

Въвежда се цилиндрична система координати с ос  $Z$  с направление на оста на снопа от имитатора, и ъгъл  $\varphi_1$  отчитащ се от оста, преминаваща през центъра на изходното отверстие на блендата и ъгъла  $\beta$ , с оптичната ос на блендата. Положението на площадката  $dS_1$  на цилиндричната повърхност на осветявания обект се характеризира с координати  $\varphi_1$  и  $Z$ , а положението на площадката  $dS$  в равнината на изходното отверстие – с координати  $\rho$  и  $\varphi$ . Отчитането на ъгъл  $\varphi$  се извършва считано от равнина, преминаваща през блендата и точката на съприкосновението и с лъча,

$$(19) \quad \cos \theta = \frac{R_1 \cos \beta - R_0 \cos \varphi_1 \cos \beta - \sin \beta}{R},$$

$$(20) \quad \cos \theta = \frac{R_1 \cos \varphi_1 - r(\cos \varphi \cos \varphi_1 \sin \beta - \sin \varphi_1 \sin \varphi) - R_0}{R},$$

$$(21) \quad R^2 = r^2 + R_1^2 + R_0^2 + 2Rr(\cos \varphi \cos \varphi_1 \sin \beta - \sin \varphi_1 \sin \varphi) - 2R_1 R_0 \cos \varphi_1 - 2r \cos \varphi (\sin \beta R_1 + \cos \beta),$$

$$(22) \quad dS_1 = R_0 d\varphi_1,$$

$$(23) \quad dS = r dr d\varphi,$$

$$(24) \quad R_1 = R_0 + l(1 - \tan \alpha_1 \tan \beta) \cos \beta - R^\parallel \sin \beta$$

Молекулярното разсейване на яркостта на безкрайно малка повърхност може да се представи [11].

$$(25) \quad B_\lambda = \frac{E_\lambda \sigma_\lambda}{4\pi} x(\gamma) n_0 l^\parallel,$$

където:  $E_\lambda$  – спектрална осветеност;

$\sigma_\lambda$  – сечение на разсейването;

$n_0$  – концентрация на молекули;

$l^\parallel$  – геометрична дължина на пътя на разсейването;

$x(\gamma)$  – стойност на индикатрисата на разсейване при ъгъл  $\gamma = 90^\circ - \beta$ .

За разглеждания случай дължината  $l^\parallel$  може да се изрази:

$$(26) \quad l^\parallel = \frac{2R_0 R [R_1 \cos \varphi_1 - R_0 - r(\cos \varphi \cos \varphi_1 \sin \beta - \sin \varphi_1 \sin \varphi)]}{(R_0 \sin \varphi_1 - r \sin \varphi)^2 + (R_1 - r \cos \varphi \sin \beta - R_0 \cos \varphi_1)^2}$$

Релеевската индикатриса на разсейване [35].

$$(27) \quad x(\gamma) = \frac{3}{4} (1 + \cos^2 \gamma) = \frac{3}{4} \frac{R^2 + (r \cos \varphi \cos \beta)^2}{R^2}$$

С отчитане на горепосочените изрази, се получава следната формула за пресмятане на елементарния поток:

$$(28) \quad dF_\lambda = \frac{3E_\lambda \sigma_\lambda n_0}{8_\lambda} [R_0^2 + (r \cos \varphi \cos \beta)^2] (R_1 \cos \beta - R_0 \cos \beta \cos \varphi_1 - \sin \beta) \times \\ \times \frac{[R_1 \cos \varphi_1 - R_0 - r(\cos \varphi_1 \cos \varphi \sin \beta - \sin \varphi_1 \sin \varphi)]^2 R_0^2 r dr d\varphi d\varphi_1}{R^2 [R^2 - (r \cos \varphi \cos \beta)^2]}$$

За определяне пълния поток през изходното отверстие на блендата е необходимо преинтегрирането на израза (28) по всички възможни значения на  $r$ ,  $\varphi$  и  $\varphi_1$ , като стойността на  $r$  е в границите  $0 \leq r \leq R^I$ , а на  $\varphi$  е:

$$(29) \quad \varphi_1 = \arcsin \left( \frac{R_0 r \sin \varphi + R_1 - r \cos \varphi \sin \beta \sqrt{R_1 - r \cos \varphi \sin \beta)^2 + r^2 \sin^2 \varphi - R_0^2}}{r^2 \sin^2 \varphi + (R_1 - r \cos \varphi \sin \beta)^2} \right)$$

В съответствие с (25), (28) и (29) за пресмятане на пълния поток.

$$(30) \quad F_\lambda = \frac{3}{8\pi} E_\lambda \sigma_\lambda n_0 r(\beta, l, \alpha, \alpha_1 R^I, R_0, R^I),$$

като чрез  $r(\beta, l, \alpha, \alpha_1 R^I, R_0, R^I)$  е обозначен израза:

$$(31) \quad R_0^2 \int_0^{R^I} r dr \int_0^{2\pi} d\varphi \frac{[R^2 + (r \cos \varphi \cos \beta)^2] [R_1 \cos \varphi_1 - R_0 - r(\cos \varphi_1 \cos \varphi \sin \beta)]}{R^2 [R^2 - (r \cos \varphi \cos \beta)^2]}$$

определящ геометрията – геометричен фактор. От израза (31) може лесно да се получи за определен уред концентрацията на молекулите във въздуха, създаваща поток разсеяно излъчване. Отчитайки, че потока създава светеща плоска равнина, по закона на Ламберт [24], за уред с определена зададена геометрия се получава:

$$(32) \quad B^I = \frac{F(l^2 + R^{I^2} + r_1^2)}{\pi^2 R^{I^2} r_1^2},$$

Разработената методика позволява определяне влиянието на молекулярното разсейване върху изменението на светозащитните характеристики на уреда, в зависимост от ъгъла на разсейване,

чувствителността, геометричния фактор и осветеността, създавана от страничен източник на засветяване.

### ***Входни въздействия и определяне на светозащитните характеристики на сканиращ спектрофотометър***

Изследвани са входни въздействия, систематизиране сведения за тях, определяне състава им и влиянието им върху проектиране и функциониране на спектрална апаратура.

На фиг.2 е представена схема изобразяваща структурата на външната среда, разделена на физична и техническа, и структурата на спектрофотометър, като последователност от функционални системи. Влиянието на физичната среда се представя от множество входни сигнали ( $M$ ), постъпващи върху входното отворстие на спектрофотометъра, и експлоатационни въздействия ( $W$ ), приложени непосредствено към конструктивните елементи на уреда.

Към входните въздействия ( $M' \subset M$ ) се отнасят тези входни сигнали, които на входа на системата имат параметри съществено влияещи върху функционирането и [30]. Състава на множеството ( $M'$ ), подлежащо на анализ при проектиране, се определя от предназначението на уреда. Всъщност входните сигнали ( $M' \subset M$ ) не оказват влияние върху функциониране на уреда. Входните въздействия се състоят от полезен сигнал  $m_1 \in M_1$  и информативният параметър на който пряко или функционално е свързан с измервателната стойност и шумовете  $y^r \in Y$ , изкривяващи и деформиращи този параметър до постъпването му на входа на уреда, се явяват причина за грешки в измерванията [13,30]. При това

$$(33) \quad M' = P' (M_1 Y').$$

Първо функционално звено на оптоелектронен спектрофотометър е оптична система явяваща се оптоелектронен преобразувател, изпълняващ приемане и отделяне на въздействията от множеството входни сигнали

$$(34) \quad M' = F' (M_1),$$

при условие на миксимизация на отношението сигнал/шум.

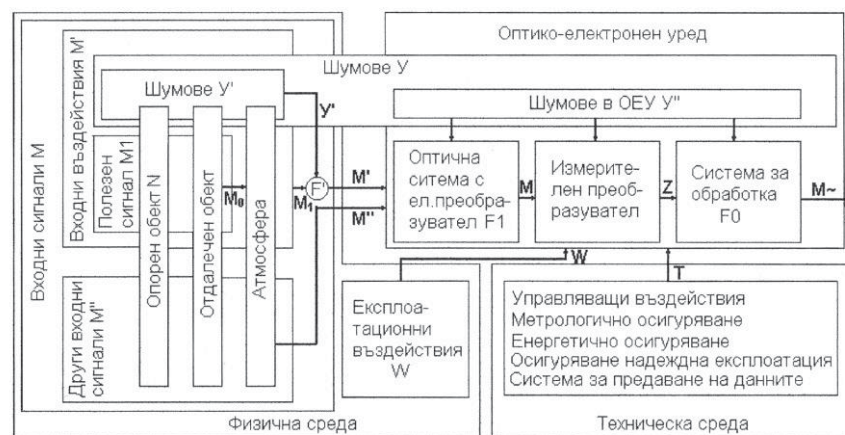
Измерителния преобразувател изпълнява основната функция на оптоелектронен уред – измерване, т.е. изработва изходен сигнал ( $Z$ ) [23,25]

$$Z' = F_i(M').$$

Системата за обработка на информация, съдържаща модел на входната среда и оптоелектронен уред ( $\theta$ ), осъществява преобразуване на входните сигнали и оценка на ъгловите координати на изследваната област ( $\bar{M}$ )

$$(35) \quad \bar{M} = F_0(Z, \theta)$$

Техническата среда също оказва определени въздействия Т (фиг. 2), както и шумове в оптоелектронен уред У.



Фиг. 2. Структурна схема на външна среда и опто-електронен уред

Системата за обработка на информация, съдържаща модел на входната среда и оптоелектронен уред ( $\theta$ ), осъществява преобразуване на входните сигнали и оценка на ъгловите координати на изследваната област ( $\bar{M}$ )

$$(8.29) \quad \bar{M} = F_0(Z, \theta)$$

Техническата среда също оказва определени въздействия Т (фиг. 99), както и шумове в оптоелектронен уред У.

Полезен сигнал в оптоелектронен уред при изследване, се явява излъчването ѝ, а информационни параметри – направление, определено в стандартна система координати и скоростта на изменение на положението му.

Енергетичните характеристики на излъчване на атмосферата се явяват определящи стойности, а не информативни параметри на полезния сигнал[23] и подлежат на анализ при проектиране на спектрофотометъра.

По характера на връзката на шумовете с нивото на полезния сигнал, те се делят на адаптивни и мултипликативни, а по статически свойства - на случайни и детерминирани. Случайните шумове пораждат случайни



грешки, определящи точността на измерване, а детерминирани – систематични грешки, които обикновено се коригират с помощта на уреда или алгоритмично.

Краткият анализ на входните въздействия и влияещите стойности, отчита не само предназначението на спектрофотометъра, но и различията в прилагащите се методи на измерване.

Методите за изследване на общото съдържание на атмосферния озон се делят на абсолютни и относителни, в зависимост от избора на начало при снемане на отчети от измерваните стойности.

За подвижни (астрономични, отдалечени) обекти е характерна детерминираност на параметрите на движение, обусловени от законите на небесната механика. Това обстоятелство позволява да се оптимизира избора на метода за измерване и определени конструктивни елементи на спектрофотометъра [14,33,39]

Движението на астрономичния обект поражда детерминиран шум – планетна аберация: видимо изменение положението на астрономичния обект, на траекторията му, достигаща няколко ъглови секунди. Други детерминиран шум е дифракционен паралакс – явява се вследствие крайността на топоцентричното разстояние на астрономичния обект и пречупващите свойства на атмосферата.

Същественото влияние на резултатите от измерване на общото съдържание на атмосферния озон по астрономични обекти от наземен спектрофотометър оказват атмосферните шумове и рефракционните явления.

Анализът на горепосочените фактори при проектиране на спектрофотометър е необходимо да се съпроводи с отчитане на конкретната структура на уреда, техническата реализация и избора на елементите. Влияещите стойности могат при неоптимално проектиране на техническите и алгоритмични средства да активизират шумовете  $y_1 \in Y_1$  генерирани от елементите на апаратурата.

Оптималността на алгоритъма зависи от правилността на пресмятане на функцията на разпределение на енергията във фокалната равнина на обектива. Освен това, за някои типове сензори е характерно разместване на равнината на образа, зависещо от нивото на входния сигнал. Това обстоятелство обуславя появяването в оптоелектронния тракт на детерминирани шумове [33].

Влиянието на фоновото излъчване от собственото светене на атмосферата и наземни източници на лъчение, интегралното излъчване на звездите, влиза в състава на параметрите определящи отношението сигнал/шум в системата. Отношението сигнал/шум е важен фактор, от който може да зависи точността на измерителния преобразувател в оптоелектронен уред.

Вследствие атмосферната дисперсия и хроматизма на оптичната система на спектрофотометъра, сигналът от източника на лъчение се изследва по спектър, а неговия енергетичен център получава разлагане, определящо се в зависимост от дължините на вълните. Отчитането на тези детерминирани шумове е възможно при наличие на информация относно спектралната характеристика на източника на лъчение.

Отчитането на светозащитните характеристики обуславя определяне на ефективността на защита от странично излъчване, смесващо се с информационния сигнал от изследвания обект. При пресмятане на светозащитните свойства, се отчита засветяването на входното отворстие от страничен източник под различен ъгъл спрямо оптичната ос на обектива.

Разработена е методика за изследване на излъчването вследствие молекулярното разсейване на светлината, позволяваща прецизна интерпретация на резултатите при определяне на светозащитните характеристики на оптичната система.

### ***Изследване възможността за компенсация на атмосферната дисперсия в оптични системи***

Основавайки се на зависимост от показателя на пречупване на въздуха  $n$ , т.е. от атмосферния ъгъл на рефракция на светлинното излъчване, от дължината на вълната  $\lambda$  (т.е. от атмосферната дисперсия), изследваният отдалечен източник на излъчване също се оказва зависим от  $\lambda$  [8,9,16,17,28,42,43]. При формиране на изображение на източника в определен спектрален интервал с ширина  $\Delta\lambda$  ( $\Delta\lambda$  - спектрална линия, много по-малка от спектралния интервал), неизбежно се получава изместване на изображението в определено направление с ъглова величина  $\gamma_a\Delta\lambda$ , при което:

$$(37) \quad \gamma_a = \frac{d_n}{d_\lambda} t_g z,$$

където  $z$  - среден зенитен ъгъл на изследваният източник.

Във връзка с това в оптичните системи, предназначени за дистанционни изследвания, при решаване на задачи – формиране на изображение с висока разделителна способност, възниква необходимостта от компенсация на атмосферната дисперсия чрез разработване противоположно на направлението действие за изместване с отрицателна величина -  $\gamma_k\Delta\lambda$ . Абсолютната грешка при компенсация  $\Delta\gamma = (\gamma_a - \gamma_k)$ , отчитайки

$$(38) \quad \Delta\gamma\Delta\lambda \leq \frac{1}{2} N,$$

където  $N$  - разделителна способност на оптичната система.

Спектрофотометричната система притежава две апертури с диаметър  $D$ , с разстояние между тях  $L$ , където  $L \gg D$ , предвидени относно атмосферната дисперсия така, че да е най-съществено влиянието върху формираното изображение.

От физична гледна точка, формираното изображение от спектрофотометричната система на отдалечен източник представлява съвкупност от диференцирани линии с пространствена честота  $f$  от  $\left(L - \frac{D}{2}\right)\lambda_{\max}$  до  $\left(L + \frac{D}{2}\right)\lambda_{\min}$ , където дължините на вълни  $\lambda_{\max}$  и  $\lambda_{\min}$  определят границите на спектралния интервал  $\Delta\lambda = \lambda_{\max} - \lambda_{\min}$ . Влиянието на дисперсията в този случай се свежда до изместване на линията на определена честота и към фазово разсъгласуване на определени линии на различни честоти. Вторият ефект може да бъде компенсиран при сензорна обработка на изображението. Както е известно спектралните линии в оптичния диапазон с ширина  $\Delta\lambda = \lambda D/L$ , се определят от условията

$$(39) \quad (L - D/2)\lambda = \frac{(L + D/2)}{(\lambda + \Delta\lambda)}$$

Също така ширината на спектралната линия е равна на  $\lambda/(2L)$ , в резултат на което се получава, че абсолютната грешка  $\Delta\gamma = \lambda/(4L\Delta\lambda)$ , равна на  $1/4D$  и не зависи от дължината на спектралния тракт.

Интерес представлява отчитането на случайните спектрални измествания на излъчването, породени от бързо променящи се микрофлуктуации на показателя на пречупване в турбулентна атмосфера.

За получаване на точна количествена оценка е необходимо да се определи зависимостта между оптичната предавателна функция  $H(f)$  и стойността на  $\Delta\gamma$

$$(40) \quad H(f) = \int d\lambda \exp\{2\pi f \Delta x(\lambda)\} H_\lambda(f),$$

където:  $H_\lambda(f) = \int d\vartheta W_1(\vartheta) W_2(\vartheta - \lambda f) \exp\{\varphi(\vartheta) - \varphi(\vartheta - \lambda f)\}$  е квазимонохроматична оптична предавателна функция;

$\Delta x(\lambda)$  - преместване на изображението на дължина на вълна  $\lambda$  относно положението на дължина на вълна  $\lambda_0$

$W_1(\vartheta)$  - апертурна функция на спектрофотометъра  $W_2(\vartheta) = W_1(\vartheta + L)$

$\varphi(\vartheta)$  - атмосферно спектрално изместване.

За анализиране на влиянието на атмосферата е необходимо определяне на оптичната предавателна функция. На практика предимно се използва таблица “Мира” с определени размери и брой на елементите в нея. В този случай описването на формиране на оптично изображение е съпътствано с определени трудности, свързани с Фурие-преобразуване на оптична предавателна функция, за определяне на функцията на разсейване  $D(x' - x, y' - y)$  и решаване на интеграла за промененото изображение  $E(x', y')$ :

$$(41) \quad E(x', y') = \iint 0(x, y) D(x' - x, y' - y) dx dy,$$

където  $0(x, y)$  е непроменено изображение.

За база за разглежданията се взема оптичната предавателна функция  $M(x)$ , зададена във вида [7]:

$$(42) \quad M(x) = \exp \left[ - \left( \frac{r}{\rho} \right)^{\frac{5}{3}} \right],$$

където  $r = \lambda f F$ ;

$\lambda$  — дължина на вълната на лъчение;

$f$  — пространствена честота;

$F$  — фокусно разстояние на оптичната система;

$\rho$  — параметър, определящ геометрията на наблюдение и турбулентното състояние на атмосферата (вертикалният профил на структурната характеристика на показателя на пречупване  $C_n^2(z)$ ).

При дистанционни изследвания на Земята

$$(43) \quad \rho = R \cos^2 \theta \left( \sqrt{1 + \left( 2 + \frac{H}{R} \right) \frac{H}{R \cos^2 \theta}} - 1 \right) \left( 1,46 K^2 \cos \theta \int_0^H C_n^2(z) z^{\frac{5}{3}} dz \right)^{-\frac{5}{3}},$$

където  $K = 2 \frac{\pi}{\lambda}$ ;

$R$  — радиус на Земята;

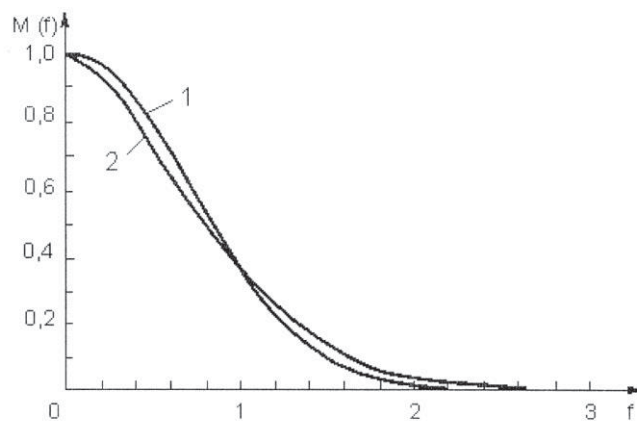
$H$  — височина, от която се извършва дистанционното изследване на Земята (височина на орбитата);

$\theta$  — зенитен ъгъл на наблюдение;

Вземайки предвид и полагайки, че оптичната предавателна функция представлява функция на Гаус, се получава:

$$(44) \quad M(f) \approx \exp \left[ - \left( \frac{r}{\rho} \right)^2 \right].$$

Абсолютната грешка, свързана с промяната на формула (42) с (44), съгласно фиг. 3, не превишава 0,004 по цялата област на зададената оптична предавателна функция  $M(f)$ .



Фиг. 3. Форма на оптична предавателна функция: 1 – точни стойности по формула (42) и 2 – апроксимация по формула (44)

Отчитайки приближения характер на теорията и голямата неопределеност при задаване на профила на  $C_n^2(z)$ , такава грешка може да се смята за напълно допустима. В този случай функцията на разсейване може да се запише във вида:

$$(9) \quad D(x-x', y-y') = \frac{m^2}{\pi} (-m^2 x'^2) \exp(-m^2 y'^2),$$

където  $m = \frac{\rho}{\lambda F}$ .

Замествайки (44) в (41) и отчитайки, че функцията  $0(x, y)$  има вида

$$(45) \quad 0(x, y) = \begin{cases} 1, & 2nh \leq y \leq (2n+1)h, \\ 0, & \text{останалите случаи,} \end{cases}$$

където  $n = 0, 1, 2, 3, \dots, nm$  – брой полупериоди, съдържащи се в определен образец от таблица “Мира”;

$h$  – височина на полупериода, се получава изразът:

$$(46) \quad E(x', y') = \sum_{n=0}^{nm} \iint 0(x, y) \frac{m^2}{\pi} \exp(-m^2 x'^2) \exp(-m^2 y'^2).$$

В такъв вид предложената аналитична формула (46) съдържа само табличната функция на интеграла, и независимо от това, че формулата на вид е голяма, тя е много удобна за практическо използване.

**Определяне на светозащитните характеристики на оптико-електронни уреди**



При изследване на общото съдържание на атмосферния озон с помощта на спектрофотометър [14,18,20,31,44] методите са два – по насочване в слънчевия диск, а при облачност – насочване на апаратурата в зенит. В условията на променяща се облачност (когато апаратурата е насочена в зенит) не рядко се предизвикват слънчеви засветявания, които е необходимо да се отстранят по време на замерванията. Те са свързани с влиянието на молекулярното разсейване на светлината върху светозащитните характеристики на оптичните уреди [10] и несъвършенството на светозащитните характеристики.

Разработени са методи за определяне на светозащитните характеристики, използвани лабораторно и при провеждане на натурни експерименти [45]. От големия масив получени резултати се забелязва изменение на показанията на фотометри и спектрофотометри с изменение на ъгъла на разсейване  $\gamma$  спрямо Слънцето при фиксиран зенитен ъгъл на визиране  $Z$ , а също и получаване на зависимост на показанията на  $Z$  при фиксиран  $\gamma$ . Измерването се оказва рандомизирано, т.е. провежда се при едновременно изменение на аргументите, от които зависи еквивалентната яркост, създавана от блендите, и аргументите от които зависи яркостта на атмосферата. Отчитайки влиянието на блендите се наблюдава, че то се определя само от ъгъла на разсейване, а яркостта на фона зависи от ъгъла на разсейване и зенитния ъгъл на визиране.

За определяне на свойствата на светозащитните характеристики, са разгледани три статистически метода.

#### *Корелационен метод*

От спектрофотометър работещ в ултравиолетовата част от оптичния спектър се регистрира сигнал  $B_i$

$$(47) \quad B_i(\gamma_i, Z) = B_a(\gamma_i)m_z + B_c(\gamma_i) + \Delta B,$$

където:

- $B_a(\gamma_i)$  - яркост на атмосферата при ъгъл на разсейване  $\gamma_i$   
- приведена към единична атмосферна маса;
- $m_z$  - атмосферна маса при направление в зенитен ъгъл на визиране  $Z_i$ ;
- $B_c(\gamma_i)$  - светозащитна характеристика;
- грешка при измерванията.

$\Delta B$

Ако се вземат две измервания  $B_{i_1}$  и  $B_{i_2}$ , при два зенитни ъгъла  $Z_1$  и  $Z_2$  при фиксирана стойност на  $\gamma_i$  и се приема  $\Delta B=0$ , то от уравнение (46) може да се определи  $B_a(\gamma_i)$  и  $B_c(\gamma_i)$ . При значително много измервания, може да се определи  $\Delta B$ , като получаваната информация осигурява

приложението на статистическите методи за по-точно определяне на  $B_a(\gamma_i)$  и  $B_c(\gamma_i)$ .

Използвайки метода на най-малките квадрати може да се получи най-вероятностната стойност на  $B_a(\gamma_i)$  и  $B_c(\gamma_i)$ , минимизирайки функцията

$$(48) \quad \sum_{j=1}^N [B_i(\gamma_i, Z_i) - B(\gamma_i) - B_a(\gamma_i)m_{z_i}]^2 = S,$$

по параметри  $B_a(\gamma_i)$  и  $B_c(\gamma_i)$ .

Определяйки частните производни  $\frac{\partial S}{\partial B_c}$  и  $\frac{\partial S}{\partial B_a}$  и приравнявайки към нула, се получава уравнение, посредством което се определя израза за характеризирание на най-вероятностната светозащитна характеристика

$$(49) \quad B_c(\gamma) - \bar{B}_i(\gamma_i) - \frac{\bar{m}_z}{D_m} K_{b,m},$$

където:

$\bar{B}_i(\gamma_i) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N B_i(\gamma_i, Z_i)$  - стойност на изменение на яркостта при зададена стойностна изменение на яркостта при зададена стойност на  $\gamma_i$ ;

$m_z = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N m_z$  - средна стойност на  $m_z$  при зададена стойност на  $\gamma_i$ ;

$D_m = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (m_{z_i} - \bar{m}_z)$  - дисперия на стойността на  $m_{za}$ ;

$K_{b,m} = \sum_{i=1}^N [B_i(\gamma_i, Z_i) - B_i(\gamma_i)] [m_{z_i} - \bar{m}_z]$  - корелационен момент на връзката между  $B_i(\gamma_i, Z_i)$  и  $\bar{B}_i(\gamma_i)$ ;

Трябва да се отбележи, че  $\bar{B}_i(\gamma_i)$ ,  $\bar{m}_z$ ,  $D_m$ ,  $K_{b,m}$  се определят в границите на зададен поддиапазон на измерване на ъгъл  $\gamma$ . Интервала на измерване на ъгъла на разсейване в съответствие с разгледания метод, се разделя на подинтервали, във всеки от които, относителното измерване на яркостта при изменение на ъгъла на разсейване, е за сметка на произтичащо изменение на въздушната маса,

$$(50) \quad \frac{\Delta B(\gamma)}{B_i(\gamma)} \ll \Delta m_z.$$

Отчитането на влиянието на блендата се заключава в пресмятане на средната стойност на яркостта, измерена при определени  $\gamma$ , корелирана с изменението на атмосферната маса  $m_z$ .

*Метод на отделните трендове.*

Във всеки подинтервал на измерване на яркостта, се апроксимира израза (47), в който ъгловия ход на еквивалентната яркост вследствие несъвършенството на светозащитата се характеризира с трета

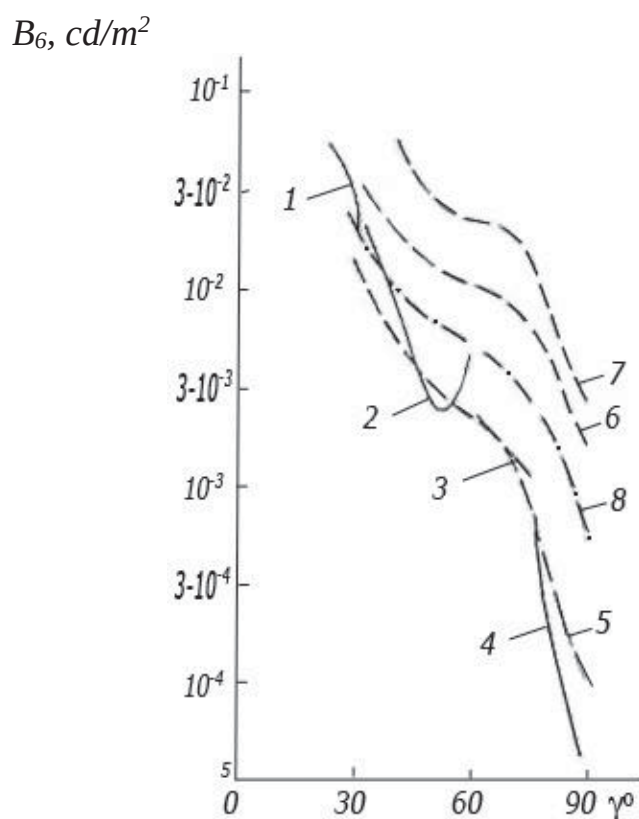
$$B_c(\gamma) = \alpha + \beta(90 - \gamma_1) + \varphi(90 - \gamma_1)^2,$$

а яркостта на атмосферата се описва с трета:

$$(51) \quad B_a(\gamma)m_z = m_z(C_0 + C_1 \cos \gamma + C_2 \cos^2 \gamma).$$

Параметрите  $\alpha, \beta, \varphi, C_0, C_1, C_2$  се определят по метода на най-малките квадрати. Светозащитната характеристика на спектрофотометъра за всеки поддиапазон на изменение на ъгъла  $\gamma$ , се определя по формула (50).

Приведените на фиг. 4 резултати сравняват данните от експеримента, обработени по метода на отделните трендове и корелационния метод.



Фиг. 4. Ъглов ход на еквивалентната яркост, в зависимост от светозащитните характеристики на спектрофотометър: 1 - пресмятане по метода на отделните трендове за ъгли 20...30°, 2 - за ъгли 30...60°, 3 - за ъгли 60...75°, 4 - за ъгли 75...90°, 5...8 пресмятане по корелационния метод за съответните ъгли

#### *Метод на априорните трендове.*

За повишаване на достоверността при определяне на светозащитната характеристика, съгласно формула (47), може да бъде изразена

$$(52) \quad B_c(\gamma) = bB_c(\gamma).$$

$B_c(\gamma)$  - аналитично представяне на тренда спрямо ъгловия ход и светозащитната характеристика на уреда;

$b$  - коефициент, определяем по данни от натурния експеримент.

Яркостта на атмосферата в (46) се описва от формула (51). Измерената посредством уреда яркост на фона се определя от израза

$$(53) \quad B_i(\gamma, Z) = m_z(C_o + C_1 \cos \gamma + C_2 \cos^2 \gamma) + bB_c(\gamma) + \Delta B.$$

В този случай, за разлика от корелационния метод и метода на отделните трендове, апроксимиращата функция се получава непрекъсната и не трябва подразделяне на ъгъла на разсейване на поддиапазони. Процеса се описва с уравнение с четири коефициента  $C_o, C_1, C_2, b$ . За пресмятане на  $B_c(\gamma)$  се използва следната функция на апроксимация

$$(54) \quad B_c(\gamma) = \begin{cases} b \left[ \cos \gamma + 0,5 \left( \frac{1}{\sin \gamma} - 1 \right)^2 \right] & \gamma \leq 90^\circ \\ 0 & \gamma > 90^\circ \end{cases},$$

благодарение на която се дава възможността максимално да се изключат инструменталните грешки при определяне на индикатрисата на яркостта на високата атмосфера.

Изключителен интерес представлява сравнението на точността на разгледаните статистически методи. Във всеки от тях значението на апроксимиращата функция при определени фиксирани ъгли и съответстващи параметри се използват в качеството на оценка на средната яркост. При сравнение и оценка на точността, следва да се отбележи, че дисперсията зависи от апроксимацията на средната стойност на яркостта. Корелационния метод дава добри резултати, ако в статистическата обработка за всеки поддиапазон се включат голям брой резултати от измервания, в противен случай нараства разсейването и се снижава надеждността на данните за влиянието на блендите. Дисперсията на оценките по метода на априорните трендове се явява най-малка, което осигурява и най-точна оценка на влиянието на светозащитните характеристики при натурен експеримент със спектрофотометрична апаратура.

### ***Влияние на параметрите на оптико-електронни уреди върху скоростта на сканиране на пространството***

При разработване на оптико-електронни уреди възникна необходимостта от отчитане влиянието на параметрите на оптико-електронния уред върху скоростта на сканиране на пространството.

Ефективността за решаване на задачата се определя от разстоянието на действие на уреда  $D$ , вероятността за правилно откриване [1,37,38] и точно позициониране  $P$ , количеството на погрешни сигнали  $N$ , грешка при оценка на координатите на източника  $\tau$  и др. От съществено значение е скоростта на сканиране (обзор) на пространството  $Q$ , зависещо от размера на полето на сканиране  $\phi$  и времето за еднократно сканиране  $T$ , характеризиращи се с изрази:

$$(55) \quad Q = \phi / T .$$

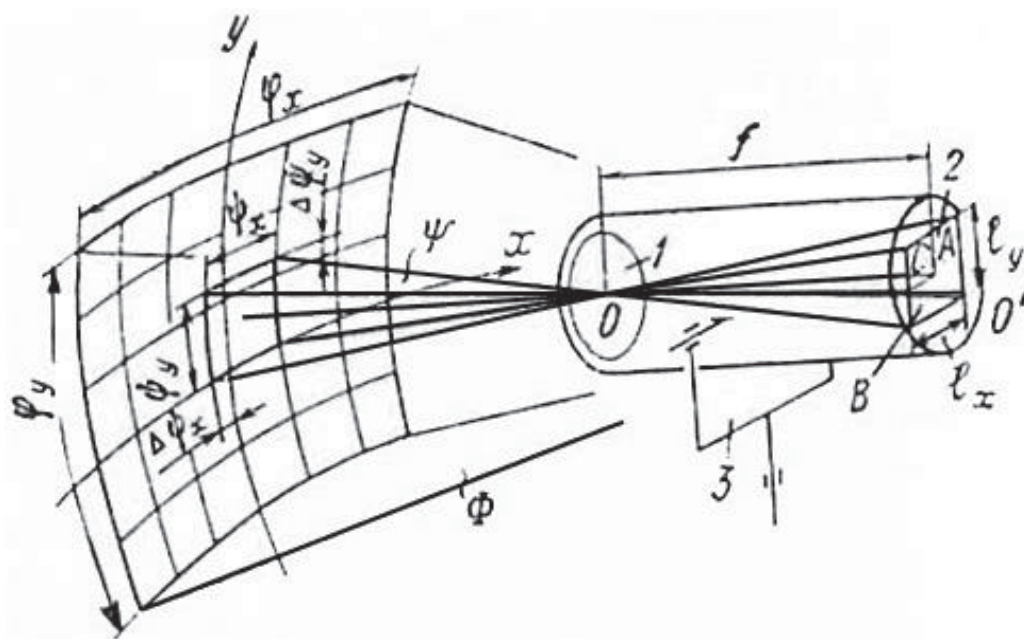
В процеса на разработване на уреда, целта е да се максимизира параметъра  $Q$  при условията на изпълнение на определени изисквания към показателите  $D, P, N, \tau$ :

$$(56) \quad Q \rightarrow Q_{\max} \quad \left| \begin{array}{l} D \geq D^* \\ P \geq P^* \\ N \leq N^* \\ \tau \leq \tau^* \end{array} \right.$$

където:  $D^*, P^*, N^*, \tau^*$  са предварително зададени стойности.

Очевидно е, че параметъра  $Q$ , зависи от техническите характеристики на оптико – електронния уред, геометричните, динамичните и др. свойства на източника на лъчение и конфигурацията на зрителното поле. В случая полето на сканиране  $\phi$  е с четириъгълна форма и се сканира последователно по ред по траектория с правоъгълно зрително поле на уреда  $\psi$  (фиг. 5).





Фиг. 5. Метод на сканиране

Телесният ъгъл  $\phi$  отрязва от сферата фигура, образувана от четири дъги със съответни дължини  $\varphi_x$  и  $\varphi_y$ . Зрителното поле на уреда  $\psi$  образува четириъгълна пирамида, с ъглово разстояние между страните  $\psi_x$  и  $\psi_y$ . Стойностите на ъглите  $\varphi_x$  и  $\varphi_y$  са известни. Стойностите на ъглите  $\psi_x$  и  $\psi_y$  зависят от фокусното разстояние  $f$  на обектива 1 и линейните размери  $l_x$  и  $l_y$  на светочувствителната повърхност на анализатора на изображението 2. От разглеждането на триъгълниците  $AOO'$ ,  $AOC$  и триъгълниците  $BOO'$  и  $BOC$  се получава:

(57)

$$\psi_x = 2 \arctg \left[ \frac{l_x}{2 \sqrt{f^2 + \left(\frac{l_x}{2}\right)^2}} \right],$$

$$\psi_y = 2 \arctg \left[ \frac{l_y}{2 \sqrt{f^2 + \left(\frac{l_x}{2}\right)^2}} \right].$$

За осигуряване преглеждане на полето на сканиране (на обзора), без да се пропусне източника на лъчение, необходимо е да се извършва препокриване (застъпване) на зрителното поле в съседни положения. Препокриването  $\Delta\psi_x$  и  $\Delta\psi_y$  по осите  $x$  и  $y$  се обосновава от възможна грешка в придвижването на визирната ос на уреда, движението на небесния обект и др. Фактически работните размери на зрителното поле на уреда ще са по – малки:

$$\begin{aligned}\psi_y^I &= \psi_y - \Delta\psi_y \\ \psi_x^I &= \psi_x - \Delta\psi_x\end{aligned}$$

и скоростта на сканиране  $Q$  ще се определи по формулата:

$$(58) \quad Q = \frac{\varphi_x \varphi_y}{N_k t_k + (N_c - 1)t^I + t^{II}},$$

където:  $N_k$  - брой на работните зрителни полета на уреда, поместени в полето на сканиране;  
 $N_c$  - брой на работните зрителни полета на уреда в едно направление;  
 $t$  - време за еднократен анализ на зрителното поле на уреда с размери  $\psi_x, \psi_y$ ;  
 $t^I$  - време за преместване на визирната ос на уреда на ъгъл  $\psi_x^I$ ;  
 $t^{II}$  - време за обратен ход по линията.

За осигуряване висока вероятност за попадане на обекта в зрителното поле на уреда, препокриването трябва да бъде:

$$(59) \quad \begin{aligned}\Delta\psi_x &= \alpha_x + \beta_x + \gamma_x \\ \Delta\psi_y &= \alpha_y + \beta_y + \gamma_y\end{aligned}$$

където:  $\alpha_x, \alpha_y$  - грешка при преместване визирната ос на уреда;  
 $\beta_x, \beta_y$  - максимален ъглов размер на наблюдавания обект;  
 $\gamma_x, \gamma_y$  - препокриване, необходимо за разместване без пропуск на правоъгълното зрително поле на уреда по сферична равнина;  
 $\delta_x, \delta_y$  - ъглово изместване на източника на лъчение за времето на изследване и преместване на зрителното поле в съседно положение.

При определяне на  $Q$  се използва средната стойност на  $\gamma_x$ , т.е.  $\gamma^I$ :

$$(60) \quad \gamma_x^l = \frac{2}{z} \sum_{i=1}^{\frac{z}{2}} \gamma_{x_i}$$

където:  $z$  – брой дискретни премествания на зрителното поле.

Тъй като в полето на обзора са подвижни обекти, то необходимо е да се осигури присъствие на обекта, движещ се с определена скорост, в течение на пълното време  $t_1$ , при всяко едно положение на зрителното поле на уреда. Отчитайки това, може да се определи:

$$(61) \quad \delta_x = (2t + t^l)\omega_x,$$

$$\delta_y = [(N_c + 1)t + (N_c - 1)t^l + t^{ll}]\omega_y,$$

където:  $\omega_x, \omega_y$  – максимални съставлящи на видимите ъглови скорости на наблюдаваните обекти по осите  $x$  и  $y$ .

Времето  $t^l$  зависи от бързодействието на анализатора на изображението, в частност алгоритъма на регистрация и обработка на информацията в зрителното поле на уреда, линейните размери на светочувствителната повърхност на анализатора и др. Времената  $t^l$  и  $t^{ll}$  се определят от динамичните характеристики на механизма за сканиране 3 (фиг. 5), главно от максималните ъглови скорости  $v_x, v_y$  и максималните ъглови ускорения  $a_x, a_y$  с които се осъществява преместването на зрителното поле по направление на осите  $x$  и  $y$ . За определяне на времето за преместване  $t^l$  се пресмята отношението:

$$(62) \quad t^l = 2\sqrt{\frac{\psi_x^l}{a_x}} \quad \text{при } \psi_x^l \leq \frac{v_x^2}{a_x},$$

$$t^l = \frac{v_x}{a_x} + \frac{\psi_x^l}{v_x} \quad \text{при } \psi_x^l > \frac{v_x^2}{a_x}.$$

Времето за обратен ход представлява времето за преместване на визирната ос на ъгъла  $\varphi_x - \psi_x^l$ , т.е.

$$(63) \quad t^{ll} = 2\sqrt{\frac{(\varphi_x - \psi_x^l)}{a_x}} \quad \text{при } (\varphi_x - \psi_x^l) \leq \frac{v_x^2}{a_x},$$

$$t^{\parallel} = \frac{v_x}{a_x} + \frac{(\varphi_x - \psi_x^{\perp})}{v_x} \text{ при } (\varphi_x - \psi_x^{\perp}) > \frac{v_x^2}{a_x}.$$

В такъв вид, получените зависимости (57) ... (63) позволяват а се определи скоростта на сканиране на пространството, както функцията на основни параметри на оптико – електронния уред и характера на решаваната задача:

$$(64) \quad Q = Q(f, l_x, l_y, t, a_x, a_y, v_x, v_y, \alpha_x, \alpha_y, \beta_x, \beta_y, \omega_x, \omega_y, \varphi_x, \varphi_y),$$

като характеристиките на  $\beta_x, \beta_y, \omega_x, \omega_y, \varphi_x, \varphi_y$  са предварително зададени. Параметрите  $f, l_x, l_y, t$  се избират в процеса на конструиране на уреда.

Максимализацията на уреда (64) с отчитане на условията (56) и анализа на зависимостите (57) ... (63), а също и на функциите

$$Q(l, f), Q(t, l), Q(v, a), Q(v, \psi), Q\left(\frac{\varphi_x}{\varphi_y}\right), Q(\omega, \varphi_x, \varphi_y, f),$$

позволяват да се направят следните изводи:

1. Съкращаването на времето за еднократен анализ на зрителното поле има важна роля в повишаването на скоростта на сканиране на пространството, особено когато  $t \geq t^{\perp}$ .

2. Скоростта на сканиране на пространството съществено се повишава при увеличаване ъгловите размери на зрителното поле на оптико–електронния уред. Тези размери съгласно (57) зависят от линейните размери на светочувствителната част на анализатора на образа и фокусното разстояние на обектива. Използването на късофокусни обективи и анализатор на образа с увеличена площ на светочувствителната част е най – рационалният път за постигане на висока скорост на сканиране на пространството. При намаляване на фокусното разстояние на обектива, респективно се намалява точността на измерваните ъглови координати на наблюдаваните обекти, поради което избора на оптимална стойност на  $f$  има компромисен характер.

### ***Сателитен спектрофотометър за изследване на общото съдържание на атмосферния озон***

На базата на проведени теоретични дистанционни изследвания, е разработен сателитен спектрофотометър за изследване на общото съдържание на атмосферния озон, съдържащ спектрален, електронен и фотометричен канал [46].

Предимствата са повишена точност, по-малка маса и енергопотребление, повишени пространствена и времева разделителна способност, бързодействие, подобрена надеждност и увеличен обем на полезната информация.

На фиг. 6 е представена блокова схема на сателитен спектрофотометър за изследване на общото съдържание на атмосферния озон и други малки газове съставлящи на атмосферата.

Съгласно фиг. 6, сателитния спектрофотометър за изследване на малки газове съставлящи на атмосферата се състои от светозащитна бленда 1, разположена пред плоско сканиращо огледало 2 с монтиран в него еталонен източник 3, които обслужват фотометричния и спектрометричния канал и представляват входна сканираща система, управлявана от стъпков електродвигател 22, който чрез зъбна предавка 23 е свързан механично със сканиращото огледало 2 и електрически с фотоелектричен преобразувател ъгъл-код 24 за осъществяване на обратната връзка. Срещу сканиращото плоско огледало 2 на същата оптична ос е разположено вдлъбнатото огледало 5, а между тях е монтирана неподвижно отражателна призма 4, насочваща част от оптичния сигнал към спектрометричния, а друга част - към фотометричния тракт на спектрофотометъра. Вдлъбнатото огледало 5 от спектрометричния тракт е оптически свързано с плоско огледало 6, което от своя страна - през входен процеп 7 и посредством вдлъбнатото огледало 8 - с дифракционна решетка 9, монтирана на подвижен носач 10, и от нея през камерен обектив 11 и изходен процеп 12 със сензор 13. Отражателната призма 4 е оптически свързана и с фотометричния тракт, а именно през плоско огледало 14, обектив 15, интерференчен филтър 16 и оптична леща 17 със сензор 18. Сензорите 13 и 18 съответно от спектрометричния и фотометричния тракт са свързани с икропроцесорна система (МПС) 19 през аналого-цифрови преобразуватели (АЦП) съответно 20 и 21. Стъпковият електродвигател 25 посредством механичен блок 26 е свързан механично с носача 10 на дифракционна решетка 9, а фотоелектричният преобразувател ъгъл-код 27 е свързан електрически с електродвигателя 25.

#### *Действие на сателитния спектрофотометър*

Плоското сканиращо огледало 2, задвижвано от стъпковия електродвигател 22 и зъбната предавка 23 осъществява сканиране на ъгъл  $\beta = \pm 45^\circ$ , което се регламентира посредством обратната връзка, осъществена от фотоелектричния преобразувател ъгъл-код 24. Оптичният сигнал, отразен от вдлъбнатото огледало 5 и плоското огледало 6 през входен процеп 7 попада на вдлъбнатото огледало 8 и от него паралелен сноп лъчи се подава към дифракционната решетка 9, монтирана върху носача 10. Монохроматичният сигнал от дифракционната решетка 9

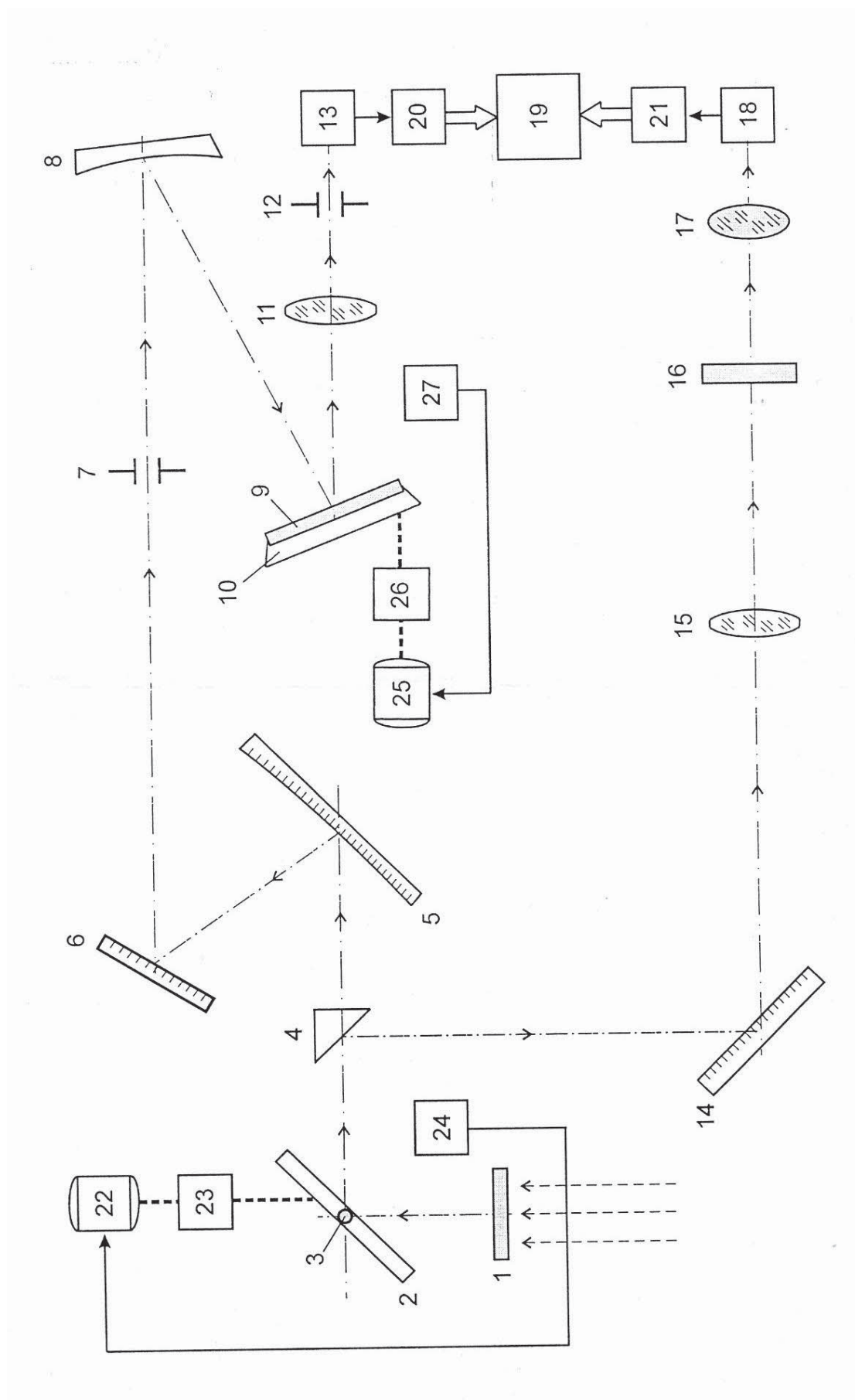


преминава през камерния обектив 11 и изходен процеп 12 и попада върху сензор 13. Електрическият сигнал от изхода на сензора 13 се преобразуван в цифров вид в АЦП 20 и се подава в 8-разряден двоичен код за обработка в МПС 19. Плавното сканиране на дифракционна решетка 9, монтирана върху подвижния носач 10 се осъществява чрез механичния блок 26, куплиран със стъпковия електродвигателя 25, а обратната връзка за положението на дифракционната решетка 9 се осигурява чрез фотоелектричния преобразувател ъгъл-код 27.

Част от оптичния сигнал от отражателната призма 4 постъпва и в фотометричния канал и отразен от плоското огледало 14 попада през обектива 15 върху интерференционния филтър 16.

Оттам монохроматичният оптичен сигнал през леща 17 се фокусира върху сензора 18. Полученият в него електрически сигнал се подава към АЦП 21 и във вид на 8-разряден двоичен код постъпва в МПС 19.

Вътрешната калибровка на спектрометричния и фотометричния тракт се осъществява при затворена светозащитна бленда 2, при което сигналят от еталонния калибровъчен източник 3 се регистрира като минимална прагова чувствителност на апаратурата. Външната калибровка на спектрофотометъра се осъществява чрез завъртване на входно сканиращата система на  $180^\circ$  от основното положение ( $0^\circ$ ), т.е. по посока на слънчевия диск. Функционалната схема позволява изследвания спектрален диапазон да се сканира непрекъснато или дискретно без да се променя режима на задвижване на дифракционната решетка 9, а чрез селективно разрешение за пропускане на електрични сигнали във функция от моментното ѝ ъглово положение, отчитано от фотоелектрическият преобразувател ъгъл-код 27.



Фиг. 6. Спектрофотометър за изследване на общото съдържание на атмосферния озон и други малки газови съставки на атмосферата



Фиг. 7. Спектрофотометър за изследване на общото съдържание на атмосферния озон

Измерителният процес и регистрацията са напълно автоматизирани. Външният вид на разработения спектрофотометър за изследване на общото съдържание на атмосферния озон е представен на фиг. 7.

Представените изследвания и изведените формули дават отговор на основни въпроси, възникващи при проектиране на оптико-електронни уреди за дистанционни методи за изследване на атмосферата и Земята.

Разработеният оптико-електронен метод позволява определяне на влиянието на молекулярното разсейване върху изменението на светозащитните характеристики, в зависимост от ъгъла на разсейване, чувствителността, геометричния фактор и осветеността, създавана от страничен източник на засветяване. Нагледно е представено влиянието на входните въздействия и др. фактори върху качеството на регистрираната информация. Изведени са зависимости, позволяващи да се определи скоростта на сканиране на пространството, като функция на основни параметри на оптико-електронния уред.

Отчитайки резултатите от проведените изследвания, е разработен и патентован сателитен спектрофотометър за дистанционни изследвания на общото съдържание на атмосферния озон.

## Литература:

- [1] Абчук В.А. Поиск объектов М. Наука, 1997
- [2] Атмосферная оптика, Сб. Статей, М. Н
- [3] Баранцев А. И., Жилкин А. М., Шерешев А. Б. Элементы оптоэлектронных устройств. – Барнаул, 1999.
- [4] Борн М., Вольф Э. Основы оптики Пер. с англ. М., Наука, 1993
- [5] Бойчев, Б. Малки двуканални фотометри по проекти “Активен” и “АПЕКС”; Аерокосмически изследвания в България, кн. 14, 1998, стр. 92–100.
- [6] Вольков В. И., Дяченко А. П., Шушупанов О. Е. Спектральные преобразования. Дубна, 1992.
- [7] Гецов П. Космос, екология сигурност. Нов български университет, София, 2002, с. 211
- [8] Гецов П.С. Спътникови системи за екологичен мониторинг. Международна конференция “Енергетика и опазване на околната среда: регионални проблеми”, София, 2000, стр. 5 – 9.
- [9] Гецов П., Г. Мардиросян, З. Хубенова, Ж. Жеков и др. Влияние на молекулярното разсейване на светлината върху светозащитните характеристики на оптичните уреди. Сборник трудове “Морски научен форум” Висше военноморско училище “Н. Й. Вапцаров” Варна, 2003.
- [10] Гецов П. С., Мардиросян Г. Х., Хубенова З. Д., Цекова В. С., Филипов Ф. Х., Ст Стоянов Ж. С., Христов И. К., Жеков Ж. С. Влияние на молекулярното разсейване на светлината върху светозащитните характеристики на оптичните уреди. Морски научен форум. Том. 3. Висше военно-морско училище ”Н. Й. Вапцаров”. Варна, 2003, с. 91-94
- [11] Градштейн И. С., Рыжик И. М. Практические методы прикладного анализа. М. Физматгиз, 1998.
- [12] Гудмен Дж. Введение в Фурие – оптику. Пер. с англ. М. Мир, 2001.
- [13] Дружинин В.В. Конторов Д.С. Проблемы системологии, М, Энергия, 1988.
- [14] Жеков Ж., И. Христов, Г. Мардиросян, С. Стоянов, Спектрофотометър за определяне концентрацията на малки газове съставлящи в атмосферата, Сб. Доклади „30 години организирани космически изследвания в България”, София, 1999, стр. 321-325.
- [15] Жеков Ж., Г. Мардиросян, И. Христов, Д. Иванова. Абсорбционен ултра – фиолетов озонометр. Българско геофизично списание. Том XXIII, № 3-4, 1998. стр. 50-54
- [16] Жеков Ж. С., Христов И. К., Мардиросян Г. Х., Стоянов С. Ж. Оценка пространствените и енергетични параметри на оптичните уреди, Юбилейна научна сесия “40 години от първия полет на човек в

- Космоса” ВВВУ “Г. Бенковски”, Долна Митрополия, 2001, том 2, стр. 329 – 334.
- [17] Жеков Ж. Оптични методи и средства за откриване на отдалечени обекти от борда на космически летателни апарати. Университетско изд. „Епископ Константин Преславски” Шумен, 2006, 308 с.
  - [18] Жеков Ж. Оптични системи за наблюдение на отдалечени обекти. Университетско изд. „Епископ Константин Преславски” Шумен, 2006, 251 с.
  - [19] Жеков Ж. С., Мардиросян Г. Х., Христов И. К., Иванова Д. Х. Абсорбционный ультрафиолетовый озонометр. Бълг. Геофиз. Сп. Т. XXIII, N3 – 4, 1998.
  - [20] Илиев И. Ц. Спектрометрична система за слънчеви и атмосферни изследвания, сп. Електроника и електротехника, №3-4, 2000, стр.43-47
  - [21] Каценбоген М. С. Характеристики обнаружения, М. Физматгиз, 1993.
  - [22] Кацепеленбаум Б. З. Высокочастотная электродинамика. М. Наука, 1996.
  - [23] Колосов М.А. Шабельников А.В. Рефракция электромагнитных волн М., Наука, 1987.
  - [24] Лебедев Н. Н. Специальные функции и их приложения. М. Физматгиз, 1993
  - [25] Лернер, А. Я. Начала кибернетики. М, НАука, 1987.
  - [26] Левшин, В.Л. Пространственная фильтрация в оптических системах, М., “Наука” 1996
  - [27] Макс Ж. Методы и техника обработки сигналов при физических измерениях. Пер. с франц. Под ред. Н. Г. Вольков – М. Мир, 1993.
  - [28] Манев А., К. Палазов, С. Райков, В. Иванов. Комбиниран спътников мониторинг на температурната аномалия през август 1998 г., “Сборник доклади на IX-та национална конференция с международно участие. Основни проблеми на слънчево – земните въздействия, 21 – 22 ноември 2002 г., София, стр. 153 – 156.
  - [29] Мардиросян Г. Аерокосмически методи в екологията и изучаването на околната среда. Част 1. Акад. Издат. “М. Дринов”, София, 2003 г., 208 стр.
  - [30] Мардиросян Г., Аерокосмически методи в екологията и изучаването на околната среда. Акад. Издат. “Марин Дринов, 2003, 208 стр.
  - [31] Новицкий П.В. Основы информационной теории измерительных устройствЛ.: энергия, 1988. - 248 с
  - [32] Петров П., Д. Йорданов, Х. Лукарски, И. Матраков, С. Фотев, Спектрометрична система за приложенията в областта на мониторинг на замърсяване на природната среда. Сборник “30 години организирани космически изследвания в България” ИКИ – БАН,



- София, 2000, стр. 150 – 154
- Стойанов С. Оптични методи за изследване на атмосферния озон. Изд. „Фабер”, В Търново, 2009, 231 с.
- [33] Стоянов С. Ж., Христов И. К., Мардиросян Г. Х., Жеков Ж. С. Оптикоелектронен тракт в апаратура за регистриране на оптични атмосферни емисии. Научна конференция “Научно – технологичен трансфер”, ИКИ – БАН, Шумен, 2000.
- [34] Съргойчев С. Двумерен скенер за спътникова сканираща оптична система. Доклади на БАН, 38, 1985, № 12, 1649-1652.
- [35] Шестов Н. С. Выделение оптических сигналов на фоне случайных помех. М. Связи, 1997.
- [36] Широков В.Б. Оптический поиск распознавание, М. Наука, 1993.
- [37] Шкурский Б.И. – “Техническая кибернетика”, 1999 N10
- [38] Якуменков Ю.Г. Основы теории и расчета оптико-электронных приборостроения. М. Наука, 1987
- [39] Якушенков Ю. Г. Теория и расчет оптико – электронных приборов. М. Наука, 2000.
- [40] Eldering H.G. – “JOSA”, 1998, vol. 31, N12
- [41] Hristov I K., Zh. Zhekov, G. Mardirossian, D. Ivanova, Satellite absorption ozonometer. Aerospace Research in Bulgaria, N 15, 1999, pp. 27-32. Jaasuharu Suametsu, Kon-ichi Iga, Nagashima M., Kitano T. The transaction of IESE of Japan – 1998.
- [42] James W., Cooley J. W, Tukey J. W. Mathematics of Computation, 1995.
- [43] Jekov J., Christov I., Mardirossian G., D. Ivanova. Satellite absorption ozonometer, Aerospace research in Bulgaria, N15, 1999, p. 27 – 32.
- [44] Kalhor H.A., A.K. Nerrethel – JOSA, 2001, vol. 176, p. 29.
- [45] Lambert J. C., Roozendael M. V., Simov P. C., Pommerean J. P., Gontail F., Gleason J. F., Andersen S. B., Arlander D. W., Van N. A. B., Claude H., de La Noe J., Matiere M. D., Dorokhov V., Eriksen P., Green A., Trukvist K. K., Hoiskar B. A. K., Kyro E., Levean J, Merienne M. F., Milinevsky G., Roscoe H. K., Sarkissian A., Shanklin J. D., Staehelin J., Tellefsen C. W. and Vaughen G.: Combined characterization of GOME and TOMS total ozone measurements from space using ground-based observations from the NDSC. Adv. Space Res., 26, 1931-1940, 2000
- [46] Патент за изобретение BG65707B1 изд. 26.08.2009 г. Жеков Ж., Г. Мардиросян, П. Гецов, С. Стоянов, И. Христов. Сателитен спектрофотометър за изследване на малки газови съставки в атмосферата. Патентно ведомство на Република България



THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## МЕТОД ЗА ПРЕСМЯТАНЕ НА СПЕКТРОФОТОМЕТЪР С ДИФРАКЦИОННА РЕШЕТКА

*Стилиян Стоянов*

*ИНСТИТУТ ЗА КОСМИЧЕСКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ – БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА  
НАУКИТЕ, СОФИЯ 1000, УЛ. МОСКОВСКА 6*

## METHOD FOR CALCULATION OF A SPECTROPHOTOMETER WITH A DIFFRACTION GRATE

*Stiliyan Stoyanov*

*SPACE RESEARCH INSTITUTE – BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES, SOFIA 1000,  
MOSKOVSKA 6 ST.*

**ABSTRACT:** *Specific methods for the design of optic appliances are elaborated in the process of their development; attention is being paid to the object of research, which is characterized by empiric or absorption qualities.*

*In the paper the author offers a method for calculation of a spectrophotometer with a diffraction grate for research of the total content of the atmospheric ozone.*

**KEY WORDS:** *spectrophotometer, ozone, total content*

При разработване на спектрофотометър за изследване на общото съдържание на атмосферен озон, са обсъдени два варианта на дифрактиращи елементи за разлагане на спектъра: с призма и с дифракционна решетка. От проведения анализ на уреди и апаратура за изследване на атмосферния озон [1...4, 6...8], и синтезирайки предимства и недостатъци, по-перспективно се явява използването на диспергираща дифракционна решетка.

Основното уравнение на дифракционната решетка е [5]:

$$(1) \quad d(\sin \psi + \sin \varphi) = \pm k\lambda,$$

където:  $\psi$  - ъгъл на падане;

$\varphi$  - ъгъл на дисперсия;

$d$  - константа на решетката;

$k$  - порядък на спектъра;

$\lambda$  - дължина на вълната.

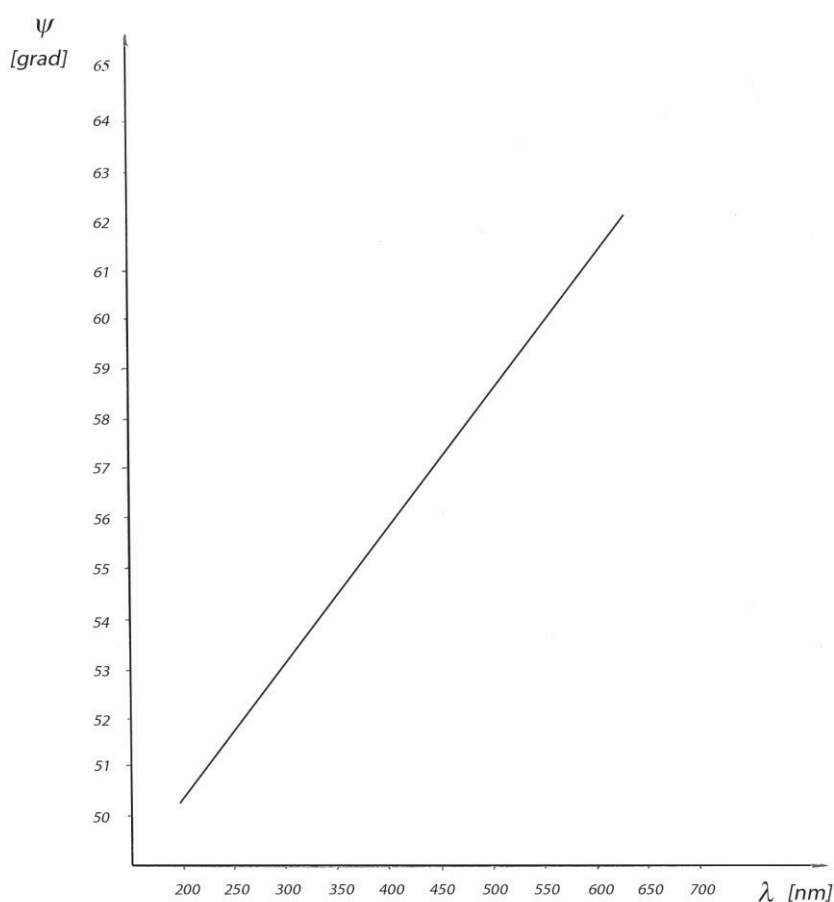
В разгледаната схема за спектофотометър с дифракционна решетка, при която падащият и дифрактиралите лъчи са от различни страни на нормалата към решетката и изследванията се провеждат в спектъра от първи порядък, основното уравнение придобива вида:

$$(2) \quad d(\sin \psi - \sin \varphi) = \lambda$$

За дифракционната решетка с 651 щрихи/mm, респективно  $d = 1,54 \cdot 10^{-6} m$ , като се има предвид, че входният и изходният процеп са разположени под ъгъл равен на  $90^\circ$ , т.е.  $\psi + \varphi = 90^\circ$ , от основното уравнение се получава зависимостта между дължината на вълната  $\lambda$  и ъгъла на падане  $\psi$ :

$$(3) \quad \psi = 45^\circ + \arcsin \frac{\lambda}{d\sqrt{2}}.$$

Данните са представени в таблица 1, а зависимостта е представена графично на фиг 1.



Фиг. 1. Зависимост на ъгъла на падане  $\psi$  [grad] от дължина на вълната  $\lambda$  [nm].

Таблица 1

| $\lambda[nm]$ | $\psi[grad]$        | $\varphi[grad]$     |
|---------------|---------------------|---------------------|
| 1             | 2                   | 3                   |
| 215           | $50^{\circ}40'30''$ | $39^{\circ}19'30''$ |
| 225           | $50^{\circ}56'30''$ | $39^{\circ}3'30''$  |
| 257           | $51^{\circ}47'30''$ | $38^{\circ}12'30''$ |
| 275           | $52^{\circ}15'$     | $37^{\circ}45'$     |
| 313           | $53^{\circ}2'$      | $36^{\circ}58'$     |
| 325           | $53^{\circ}35'30''$ | $36^{\circ}24'30''$ |
| 335           | $53^{\circ}51'30''$ | $36^{\circ}8'30''$  |
| 395           | $53^{\circ}27'$     | $34^{\circ}33'$     |
| 405           | $55^{\circ}43'30''$ | $34^{\circ}16'30''$ |
| 420           | $56^{\circ}7'30''$  | $33^{\circ}52'30''$ |
| 435           | $56^{\circ}31'30''$ | $33^{\circ}28'30''$ |
| 440           | $56^{\circ}39'30''$ | $33^{\circ}20'30''$ |
| 450           | $56^{\circ}55'30''$ | $33^{\circ}4'30''$  |
| 510           | $58^{\circ}32'30''$ | $31^{\circ}27'30''$ |
| 530           | $59^{\circ}5'$      | $30^{\circ}55'$     |
| 550           | $59^{\circ}38'$     | $30^{\circ}22'$     |
| 570           | $60^{\circ}9'30''$  | $29^{\circ}50'30''$ |
| 578           | $60^{\circ}23'30''$ | $29^{\circ}36'30''$ |
| 600           | $60^{\circ}59'30''$ | $29^{\circ}0'30''$  |
| 625           | $61^{\circ}41''$    | $28^{\circ}19'$     |

### Ъглова дисперсия

Ъгловата дисперсия, даваща промяната на ъгъла на дифракция за единица промяна на дължината на вълната е [5]:

$$(4) \quad \frac{d\varphi}{d\lambda} = \frac{k}{d \cos \varphi},$$

където:  $k$  – порядък на спектъра;

$d$  – константа на решетката;

$\varphi$  – ъгъл на дифракция.

Като изразим  $\frac{k}{d}$  от основното уравнение на дифракционната решетка (2) и го заместим в (4), се получава:

$$(5) \quad \frac{k}{d} = \frac{\sin \psi - \sin \varphi}{\lambda},$$

$$(6) \quad \frac{d\varphi}{d\lambda} = \frac{\sin \psi - \sin \varphi}{\lambda \cdot \cos \varphi}.$$

Стойностите на ъгловата дисперсия за работните дължини на вълните са представени в таблица 2.

### Линейна дисперсия

Линейната дисперсия се определя по формулата:

$$(7) \quad \frac{dl}{d\lambda} = \frac{d\varphi}{d\lambda} f,$$

където:  $f$  – фокусното разстояние на камерния обектив.

При фокусно разстояние  $f = 100 \text{ mm}$  и  $D = 30 \text{ mm}$ , за линейната дисперсия се получават стойности, представени в таблица 3.

### Обратна линейна дисперсия

Обратната линейна дисперсия се определя от израза:

$$(8) \quad \frac{d\lambda}{dl} = \frac{1}{\frac{d\varphi}{d\lambda} \cdot f}$$

Таблица 2

| $\lambda [nm]$ | $\frac{d\varphi}{d\lambda} \left[ \frac{rad}{nm} \right]$ |
|----------------|-----------------------------------------------------------|
| 1              | 2                                                         |
| 215            | 0,0008429                                                 |
| 225            | 0,0008371                                                 |
| 257            | 0,0008289                                                 |
| 275            | 0,0008219                                                 |
| 313            | 0,0007899                                                 |
| 325            | 0,0008082                                                 |
| 335            | 0,0008044                                                 |
| 395            | 0,0007884                                                 |
| 420            | 0,0007825                                                 |
| 435            | 0,0007789                                                 |
| 440            | 0,000777                                                  |
| 450            | 0,000775                                                  |
| 510            | 0,0007615                                                 |
| 530            | 0,0007569                                                 |
| 550            | 0,0007531                                                 |
| 570            | 0,000748                                                  |
| 578            | 0,0007472                                                 |
| 600            | 0,0007428                                                 |
| 625            | 0,0007378                                                 |

Таблица 3

| $\lambda [nm]$ | $\frac{dl}{d\lambda} \left[ \frac{mm}{nm} \right]$ |
|----------------|----------------------------------------------------|
| 1              | 2                                                  |
| 215            | 0,08429                                            |
| 225            | 0,08371                                            |
| 257            | 0,08289                                            |
| 275            | 0,08219                                            |
| 313            | 0,07899                                            |
| 325            | 0,08082                                            |
| 335            | 0,08044                                            |
| 395            | 0,07884                                            |
| 420            | 0,07825                                            |
| 435            | 0,07789                                            |
| 440            | 0,0777                                             |
| 450            | 0,0775                                             |
| 510            | 0,07615                                            |
| 530            | 0,07569                                            |
| 550            | 0,07531                                            |
| 570            | 0,0748                                             |
| 578            | 0,07472                                            |
| 600            | 0,07428                                            |
| 625            | 0,07378                                            |

Пресметнатите стойности за обратната дисперсия са представени в таблица 4.

Таблица 4

| $\lambda[nm]$ | $0,5a(l)_{\max}$ | $\alpha_{an}$        | $\frac{d\lambda}{dl} \left[ \frac{nm}{mm} \right]$ | $\delta_{\lambda}[nm]$ |
|---------------|------------------|----------------------|----------------------------------------------------|------------------------|
| 215           | 6,6825331813     | $6,4 \cdot 10^{-6}$  | 11,863803                                          | 0,0759283              |
| 225           | 6,4333237959     | $6,8 \cdot 10^{-6}$  | 11,946004                                          | 0,0812328              |
| 257           | 5,8240956691     | $7,6 \cdot 10^{-6}$  | 12,064181                                          | 0,0916877              |
| 275           | 5,3749250199     | $8,2 \cdot 10^{-6}$  | 12,16693                                           | 0,0997688              |
| 313           | 4,6706098126     | $9,4 \cdot 10^{-6}$  | 12,65983                                           | 0,1190024              |
| 325           | 4,6133515258     | $9,6 \cdot 10^{-6}$  | 12,373174                                          | 0,1187824              |
| 335           | 4,4048793622     | $1 \cdot 10^{-5}$    | 12,431626                                          | 0,1243162              |
| 395           | 3,7314313665     | $1,18 \cdot 10^{-5}$ | 12,683916                                          | 0,1496702              |
| 405           | 3,684971038      | $1,2 \cdot 10^{-5}$  | 12,759984                                          | 0,1531198              |
| 420           | 3,486478338      | $1,26 \cdot 10^{-5}$ | 12,779552                                          | 0,1610223              |
| 425           | 3,3862823746     | $1,3 \cdot 10^{-5}$  | 12,838618                                          | 0,1669020              |
| 440           | 3,4063810378     | $1,3 \cdot 10^{-5}$  | 12,870012                                          | 0,1673115              |
| 450           | 3,2914877797     | $1,34 \cdot 10^{-5}$ | 12,903225                                          | 0,1729032              |
| 510           | 2,9003649352     | $1,52 \cdot 10^{-5}$ | 13,131976                                          | 0,199606               |
| 530           | 2,789581878      | $1,58 \cdot 10^{-5}$ | 13,211784                                          | 0,287461               |
| 550           | 2,6874625549     | $1,64 \cdot 10^{-5}$ | 13,278449                                          | 0,217665               |
| 570           | 2,5923166884     | $1,7 \cdot 10^{-5}$  | 13,368983                                          | 0,2272727              |
| 578           | 2,5652014166     | $1,72 \cdot 10^{-5}$ | 13,383297                                          | 0,2301927              |
| 600           | 2,4826705817     | $1,78 \cdot 10^{-5}$ | 13,462574                                          | 0,2396338              |
| 625           | 2,3720294111     | $1,86 \cdot 10^{-5}$ | 13,553808                                          | 0,252208               |

## Разделителна способност

### Апаратна функция

Разделителната способност на спектрална апаратура се определя от ширината на апаратната функция, представляваща разликата по абсцисата на точките, в които апаратната функция има стойност  $a(l) = 0,5a(l)_{\max}$  и обратната линейна дисперсия  $\frac{d\lambda}{dl} : \delta_{\lambda} = \frac{d\lambda}{dl} \alpha_{an}$



Спектрална апаратура с посочените параметри и спектрални характеристики осигурява разделителна способност (спектрален интервал  $\delta_{\lambda}$ ) от порядъка на 0,759... 0,2522 nm (таблица 4).

От проведеното изследване с представения метод за пресмятане на спектрофотометър с диспергираща дифракционна решетка с 651 *щрихи/мм* и представените ѝ характеристики, се наблюдава реализиране на добра теоретична разделителна способност в интервал под 1 nm, което осигурява провеждане на натурни експерименти по изследване на общото съдържание на атмосферния озон.

### Литература:

- [1] Гецов П., П. Пенев. Аерокосмическите технологии и военния фактор за националната сигурност. Научна конференция на ВУАПВО “П. Волов”, Шумен, 2000, стр. 20 – 30
- [2] Гуцин Г. П., Изследование атмосферного озона, Гидрометеиздат, 2003.
- [3] Гуцин Г.П., Опыт измерения общего содержания озона модернизированным озонометром М-124 в 1991-1994, Труды ГГО, 1996, Вып. 357.
- [4] Мардиросян Г., Аерокосмически методи в екологията и изучаването на околната среда. Акад. Издат. “Марин Дринов, 2003, 208 стр.
- [5] Чуриловский В. Н., Теория оптических приборов, М-Л, Машиностроение, 1996 г., с. 563.
- [6] Simmons J. W. et. al., Ozone ultraviolet photolysis VI., The UV spectrum, J. Chem. Phys., 1998, vol59, No3.
- [7] The Nimbus 7 User's Guide / Ed/Madrid C. R.; NASA Goddard Space Flight Center. Greenbelt, MD. 1999. 125 p.
- [8] The Stratosphere 1981. Theory and Measurements. WMO Global Ozone Research And Monitoring Project Rept No 11. WMO Geneva 2002 516 p.



THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## MOBILE COMPLEX FOR RESEARCH OF THE BRIGHTNESS OF THE DIURNAL SKY

**Stiliyan Stoyanov, Angel Manev\***

SPACE RESEARCH AND TECHNOLOGIES INSTITUTE – BAS, SOFIA 1000, 6,  
MOSKOVSKA STR.

\*SOLAR – TERRESTRIAL INFLUENCES LABORATORY – BAS, STARA ZAGORA

**ABSTRACT:** *The necessity of scientific research of the bright characteristics of the scattered light of the diurnal sky in the optical scope of the sunny specter arouses from the fact that a limited number of experimental developments have been carried in this biologically active spectral scope.*

*Practically, there are few differential measurements of scattered radiation carried out in various optical situations of the Earth atmosphere. It is very necessary to note that the following factors contribute for significant mistakes when researching the brightness of the diurnal sky: lack of control of the optical properties of the atmosphere during the measurements, the Forbs effect (in the ultraviolet part of the specter), and the presence of scattered sky light at a big field of vision of the installation.*

*It is known that the diffusion radiation can be a source of information for reading the properties of the atmosphere. The opinion that the absorption of the ozone decreases the intensity of the ultraviolet radiation is established. Due to the presence of absorption, not only the brightness is changed, but also the degree of polarization of the sky.*

*Proceeding from the contemporary requirements for complex atmosphere experiment, the aim of the current work is construction and description of an installation for research of the diurnal sky at the territory of the Shumen plateau which is characteristic of the upper terrains of North-East Bulgaria.*

*A block scheme and the operation of the installation are presented.*

*Proceeding from the contemporary requirements for research of the brightness of the diurnal sky in various geophysical conditions, it is proposed that a complex atmosphere and optical experiment should be carried out with the possibility to include the installation complex in the composition of a mobile station.*

**KEY WORDS:** *research, brightness, diurnal sky*

Необходимость проведения исследований яркостных характеристик рассеянного света дневного безоблачного неба в ультрафиолетовой (УФ) и видимой диапозоне солнечного спектра вызвана тем, что в этом

биологически активном спектральном диапазоне выполнено ограничение число экспериментальных работ. Практически не производились дифференциальные измерения рассеянной радиации в разнообразных оптических ситуациях в атмосфере Земли. Однако важно отметить, что в исследования яркость дневного неба существенные ошибки вносят следующие факторы:

- отсутствия контроля стабильности оптических свойств атмосферы во время измерений;
- эффект Форбса (в ультрафиолетовой части спектра);
- наличие рассеянного света в монохроматорах однократного разложения и попадания в прибор рассеянного света неба различной кратности из-за большого телесного угла аппаратуры.

Известно, что диффузная радиация может служить источником информации об оптических свойствах атмосферы. Это одно из важных направлений атмосферной оптики, которое развивалось целым рядом авторов [1, 2, 4, 5]. Однако утвердилось, что поглощение в озоне уменьшает интенсивность высоких порядков. Вследствие наличия поглощения меняется не только яркость, но и степень поляризации неба.

Исходя из современных требований комплексного атмосферно-оптического эксперимента, целью настоящей работы является сконструирование и описание аппаратного комплекса для исследования яркость дневного неба на территориях Шуменского плато, является характерном для горных теренах в Северо - Восточной Болгарии.

Блоковая схема аппаратного комплекса Представлена на фигуре 1.

Оптико-электронная часть включает в себе: входно-сканирующий тракт 1, оптическую систему (зеркальнэй объектив) 2, носитель с интерфренчными фильтрами 3, фото-электронный умножитель (ФЭУ) 4, блок для обработки информации 5, микрокомпьютер 6, электро-механическую систему 7. Периферия микрокомьютера включает в себе клавиатуру 8, монитор 9, принтер 10. Блок датчиков для опчитывания температур 12, индикатор влажности 13, цифровой барометр ФЭУ и на другие реальные геофизические условия окружающей среды.

Нормальный режим работы обеспечивается стабилизированным источником питания 16.

Действие аппаратного комплекса состоит в том:

Направление под определенным высотным углом с целью зенитного и горизонтального сканирования осуществляется входной-сканирующей системой 1. (фиг. 1). Информационный сигнал из зеркально-линзового объектива 2 в виде параллельного пучка лучей переходит через один из четырех интерференчных фильтров ( $\lambda_1 = 311\text{ нм}$ ;  $\lambda_2 = 311\text{ нм}$ ;  $\lambda_3 = 314\text{ нм}$ ;  $\lambda_4 = 317\text{ нм}$  )

Изменение местонахождения носителя с интерференчными фильтрами 3 как и точность позиционирования осуществляется электромеханической системой 7.

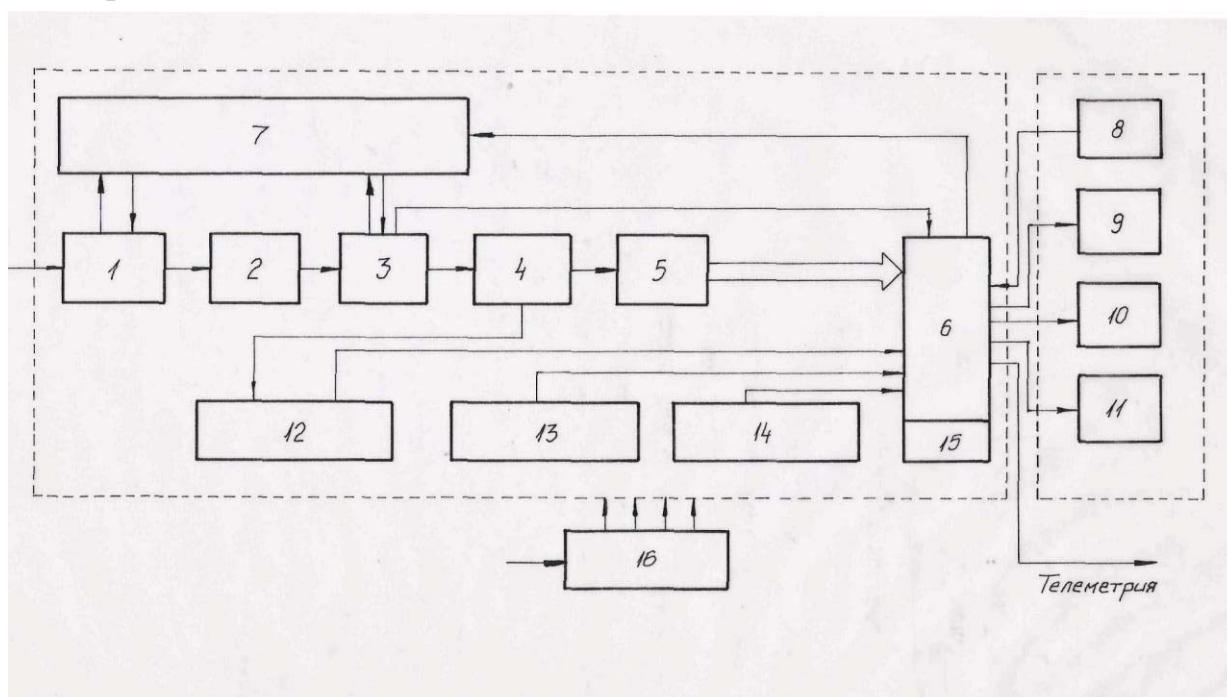


Схема и порядок экспериментальной работы определяются характером поставленной задачи. Спектральная прозрачность атмосферы определяется методом Бугера, который сводится к измерениям

интенсивности прямого солнечного света при различных зенитных расстояниях Солнца.

Аналитическое выражение закона Бугера имеет вид:

$$(1) \quad \Phi_{\Theta\lambda} = \Phi_{\Theta\lambda}^o P_{\lambda}^{m\Theta},$$

где:  $\Phi_{\Theta\lambda}^o$  - поток лучистой энергии Солнца, падающий на верхнюю границу атмосферы;

$\Phi_{\Theta\lambda}$  - поток прямого излучения, прошедшего через атмосферу;

$m\Theta$  - атмосферная масса в направлении на Солнце.

Коэффициент прозрачности атмосферы  $P_{\lambda}$  представляет долю лучистого потока длины волны  $\lambda$ , прошедшего через атмосферы в вертикальном направлении и связан с оптической толщиной экстинкции  $\tau_{\delta}$  соотношением:

$$(2) \quad P = e^{-\tau_{\delta}}.$$

Формула для определения величины яркости имеет вид:

$$(3) \quad \beta_{\lambda} = \frac{n_H}{n_{\Sigma}} \frac{A_{\lambda}}{\pi} S_{o\lambda} P^{m\Theta},$$

где:  $n_{\Sigma}$ ,  $n_H$  - сумарные отчеты прибора в трех положениях аппаратуры наблюдаемой точки неба;

$A_{\lambda}$  - спектральное альбедо;

$S_{o\lambda}$  - спектральная солнечная постоянная.





При исследовании спектральных характеристик источников небольшой интенсивности с помощью монохроматора обычно фотоприемник охлаждается с целью уменьшения темнового тока.

Предложена методика исследования спектров источника излучения небольшой интенсивности, в чей основе заложен набор оптических фильтров, каждый из которых обладает определенной спектральной характеристикой. Метод исследования заключается в последовательном чередовании фильтров между исследуемым источником излучения и фотоприемником. Широкая полоса пропускания одного фильтра, по сравнению с монохроматором, обеспечивает высокую чувствительность метода.

Обработка полученной информации осуществляется в следующей последовательности: ток, зарегистрированный на выходе фотоприемника, может быть представлен в следующем виде

$$(4) \quad Y_i = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} I(\lambda) K(\lambda) ci(\lambda) d\lambda ,$$

где:  $I(\lambda)$  - спектральная характеристика источника;

$K(\lambda)$  - спектральная характеристика фотоприемника;

$\lambda_1, \lambda_2$  - предельные стойности диапазона чувствительности фотоприемника;

$ci(\lambda)$  - спектральная характеристика  $i$ -того фильтра.

В случае  $\lambda_1 \leq \lambda_i \leq \lambda_2$ . Получается система линейных уравнений относительно спектральной характеристики источника  $I(\lambda)$ :

$$(5) \quad D_i = Y ,$$

где:

$$(6) \quad D_i = K(\lambda_i) ci(\lambda_i) .$$

Для вычисления спектральной характеристики  $I(\lambda)$  используется сингулярное разложение [6] (используется программа, реализующая разложение на произвольных матрицах), причем получается:

$$(7) \quad UQV^T I = U \text{ или } QF = Z ,$$

где:  $F = V^T I$ ;



$$Z = U^T Y;$$

$T$  – транспонирование.

Так как  $Q$  – диагональная и положительно определяющая матрица, то чтобы найти  $F$ , принимается метод регуляризации [3], причем получается:

$$(8) \quad (Q^2 + \alpha E)F = QZ,$$

где:  $E$  – единичная матрица

$\alpha$  – параметрическая регуляризация,

откуда

$$(9) \quad F_i = \frac{Q_i Z_i}{(Q_i^2 + \alpha)},$$

следовательно

$$I = VF$$

Оптимальная величина  $\alpha$  выбирается путем измерения источника с известной спектральной характеристикой. При изменении  $\alpha$  в (8) точнее и быстрее определяется реальное распределение известной характеристики калибрующего источника.

Осуществление исследования показывает, что для постоянного набора фильтров при использовании определенного фотоприемника,  $\alpha$  слабо зависит от источника света.

В заключение следует отметить, что посредством использования набора интерференционных фильтров обеспечивается исследование спектра отдельной линии с источника небольшой интенсивности, а одновременно с этим посредством комбинации нескольких интерференционных фильтров – исследование спектральной полосы. Необходимо отметить тоже, что условие доведения темнового тока фотоприемника до минимальной стойности остается.

Исходя из актуальных требований исследовать яркость дневного неба в разнообразных геофизических условиях, в будущем мы предполагаем произвести комплексный атмосферно - оптический эксперимент с возможностью включения аппаратного комплекса в состав мобильной станции.

## Литература:

- [1] Гецов П., Г. Мардиросян, Ж. Жеков. Институт за космически изследвания при БАН – с лице към практическите екологични проблеми. Сб. научни трудове част III “Научна конференция 2000”. ВВУАПВО. Шумен, 2000, с. 49-53.
- [2] Жеков Ж., Г. Мардиросян, И. Христов, Д. Иванова. Абсорбционний ултрафиолетовый озонометр. Бълг. Геофиз. Сп. Т. XXIII № 3-4, 1998, с. 50-54.
- [3] Калиткин Н Н., Численные методы, М., Наука, 1978.
- [4] Манев А., К. Палазов, Ж. Жеков, С. Райков, В. Иванов. Аномалия в температурата на повърхността на Черно море и облачността. Сб. доклади от Научна конференция на Съюза на учените. Стара Загора, 2003, т. IV с. 140-145.
- [5] Палазов К., А. Манев, Ж. Жеков, П. Пенев. Проект Интербол, Ултравиолетов спектрофотометър УФСИПС, резултати по данни от бордовия компютър. Сб. трудове НВУ “В. Левски”, факултет “Артилерия, ПВО и КИС”, Шумен, 2003, с. 253-259.
- [6] Форсайт Д., Мальком М., Моулър К. Машинные методы математически вычислений/ Пер с англ. Под ред. Х. Д. Искрамова/, М., Мир, 1980.
- [7] Christov I., J. Jekov, G. Mardirossian, D. Ivanova. Satellite Absorption Ozonometer. Aerospace Research in Bulgaria № 15, 1999, p. 27-32.



THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## ИЗСЛЕДВАНЕ НА ОТДАЛЕЧЕНИ ОБЕКТИ ПОСРЕДСТВОМ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИ УРЕДИ, ОТНОШЕНИЕ ЗА ПРАВДОПОДОБИЕ ПРИ НАПЪЛНО НЕИЗВЕСТЕН СИГНАЛ

Цанко Цанев

„ОЖИ“ ЕООД - ШУМЕН

## STUDY OF DISTANT OBJECTS BY MEANS OPTIC-ELECTRONIC APPARATUSES, PROBABILITY RELATION WHEN THE SIGNAL IS ABSOLUTELY UNKNOWN

Tsanko Tsanev

OZHI LTD, SHUMEN

**ABSTRACT:** *The signal registration from distant objects is one of the major problems which concern many scientists who work in the field of the cosmic physics and the distant methods in the visible and the close infrared part of the optic specter.*

*For most of the systems which discover distant objects, it is characteristic a very small a priori probability for presence of a signal and the a posteriori information becomes proportional to the probability relation.*

*To solve practical problems, the probability relation is conveniently presented by means of dividing the density to the finding probability.*

**KEY WORDS:** *distant objects discovery, probability relation.*

Регистрирането на сигнали от отдалечени обекти при различна яркост на фона е един от съществените проблеми, занимаващ широк кръг учени, работещи в областта на космическата физика и дистанционните методи [2, 3, 6, 8, 10], във видимата и близката инфрачервена част от оптичния спектър [1, 4, 5, 7, 9, 11].

Ако липсва априорна информация за наличие на сигнал, а това е типичен случай при търсене и откриване, то отношението за правдоподобие е единственото което може да се извлече от наблюденията.

Понякога в такива случаи се полага равновероятно както наличие, така и отсъствие на сигнал, т.е.:

$$P(S) = P(O),$$

където:  $P(S)$  – апостериорна вероятност за наличие на сигнал;

$P(O)$  – апостериорна вероятност за отсъствие на сигнал.

Оказва се, че отношението за правдоподобие напълно характеризира вероятността за наличие на сигнал в реализацията.

За повечето системи за наблюдение е характерна изключително малка априорна вероятност за наличие на сигнал, т.е.  $P(S) \ll 1$ , а апостериорната вероятност става пропорционална на отношението за правдоподобие.

За решаване на практически задачи, отношението за правдоподобие е удобно да се изрази чрез разпределение на плътността на вероятността на реализациите. Първо се разглежда вероятността за получаване на реализация при отсъствие на сигнал  $P(Y/O)$  т.е. когато реализацията  $y(t)$  е само от шумове.

При известна реализация за период от време  $\tau$ , с промеждутъци от  $H$  интервала, като в края на всеки интервал (в точки  $t_1, t_2, \dots, t_i, \dots, t_H$ ) се снемат отчети  $y_i = y(t_i)$ , със съответстващи в дадения случай стойности на шума в моменти от време  $t_i$ . Съвкупността от отчети за време  $\tau$  образуват вида на  $Y$ , който може да се разглежда като  $H$  – мерен вектор със съставляващи  $y_i$ , където  $i = 1, 2, \dots, H$ , а величината на шума във всяка точка  $t_i$  е в пределите от  $y_i$  до  $y_i + d_{yi}$ , т.е:

$$(1) \quad y_i < n_i < y_i + d_{yi}.$$

Използвайки известното от теорията на вероятностите съотношение между вероятността  $P$  и плътностната вероятност  $\omega(x)$  на случайната величина  $X$  с възможни значения  $x$ , то:

$$(2) \quad \omega(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{P(x < X < x + \Delta x)}{\Delta x},$$

а при многомерно разпределение:

$$(3) \quad \omega(x_1, x_2, \dots, x_n) = \lim_{\Delta x_1, \dots, \Delta x_n \rightarrow 0} \frac{x_1 < X_1 < x_1 + \Delta x_1, \dots, x_n < X_n < x_n + \Delta x_n}{\Delta x_1 \Delta x_2 \dots \Delta x_n}.$$

На основата на (3) се получава:

$$(4) \quad P(Y/O) = \omega_n(y_1, y_2, \dots, y_H) dy_1 dy_2 \dots dy_H.$$

Съкратено последния израз може да се запише във вида:

$$(5) \quad P(Y/O) = \omega_N(Y) dY,$$

където:  $dY = dy_1 dy_2 \dots dy_H$  – елемент на обема от  $N$ -мерно пространство;  
 $\omega_N(Y)$  –  $N$ -мерно разпределение на вероятностна на шума.

По аналогичен вид се получава вероятността за попадане на  $Y$  в елемент от обема  $dY$  при наличие на сигнал:

$$(6) \quad P(Y/S) = \omega(Y/S) dY,$$

където:  $\omega(Y/S)$  – условна плътностна вероятност за реализация на  $Y$  за смес от сигнала с шума.

Отчитайки формули (5) и (6), изрази за отношенията на условните вероятности за реализация, се определят като отношения за правдоподобие, означава се с  $A_p$  и се получава:

$$(7) \quad A_p = \frac{\omega(Y/S)}{\omega_N(Y)}.$$

Често смесването на сигнала със шума представлява от само себе си алгебрична сума, т.е. е сигнал и адитивен шум. Този случай често се среща в практиката:

$$(8) \quad y_i = n_i + S_i,$$

където:  $n_i$  – стойност на шума в момент от време  $t_i$ ;  
 $S_i$  – стойност на сигнала в същия момент от време.

В този случай вероятността за получаване на реализация на величината на  $y_i$  съвпада с вероятността за получаване на шума с величините  $n_i = y_i - S_i$ . Това означава, че вероятността за получаване на ордината  $y_i$  в реализация, съдържаща сигнал, съвпада с вероятността за получаване на ордината  $y_i - S_i$  в реализация, съдържаща само шум. Следователно при адитивност на сигнала и шума се получава:

$$(9) \quad \omega(Y/S) = \omega_N(Y-S),$$

откъдето:

$$(10) \quad A_p = \frac{\omega_N(Y-S)}{\omega_N(Y)}.$$

За отношение за правдоподобие за сигнал с неизвестни параметри ще се разгледа случай, когато сигнала зависи от определени параметри  $A_1, A_2, \dots, A_k$  и времето, т.е. той може да се запише във вида:

$$(11) \quad s(t, A_1, A_2, \dots, A_k),$$

като тези параметри не са напълно известни, не се знае и формата на сигнала, а е известна само реализацията  $Y$ . Предполага се, че параметрите на сигнала носят случаен характер  $a_k$  и е известна плътността на вероятността  $\omega_A$  на техните величини в определен момент от време:

$$(12) \quad \omega_A(a_1, a_2, \dots, a_k).$$

Тогава зависимостта на отношението за правдоподобие  $P(Y/O)$  от сигнала не зависи от  $\omega_N(Y)dY$ , а вероятността  $P(Y/S)$  получена при дадената реализация при наличие на произволно възможен сигнал, се определя от всички възможни стойности на параметрите.

За определяне на  $P(Y/S)$  се използва формулата на пълната вероятност за определено събитие  $B$ , настъпващо с вероятност  $P(B/A_j)$  при условие за осъществяване на събитието  $A_j$ , което единствено настъпва с определена вероятност  $P(A_j)$ :

$$(13) \quad P(B) = \sum_j P(A_j)P(B/A_j),$$

при което  $\sum_j P(A_j) = 1$ .

В случая за събитието  $A_j$ , всички параметри на сигнала попадат в зададената система в интервала

$$(14) \quad a_{j1} \leq A_1 < a_{j1} + \Delta a_{j1}, \dots, a_{jk} \leq A_k < a_{jk} + \Delta a_{jk},$$



при което пълният набор от индекси  $(j_1, j_2, \dots, j_k)$  е необходимо да осигури пълното покриване на  $k$  – мерната област от възможните стойности на параметрите  $A_1, A_2, \dots, A_k$ . Поради това вероятността  $P(A_j)$  се изразява чрез плътността на разпределение на параметрите  $\omega_A(a_1, a_2, \dots, a_k)$ :

$$(15) \quad P(A_j) = \omega_{A_j}(a_{j1}, a_{j2}, \dots, a_{jk}) \cdot \Delta a_{j1} \Delta a_{j2} \dots \Delta a_{jk}.$$

Условната вероятност  $P(B/A_j)$  представлява от само себе си вероятността за получаване (попадение) на реализацията  $Y$  в елемент от обема  $dY$ , при условие, че параметрите на сигнала лежат в зададен интервал и имат точно определени стойности  $a_1 = a_{j1}, a_2 = a_{j2}, \dots, a_k = a_{jk}$ :

$$(16) \quad P(B/A_j) = P(Y/a_{j1}, a_{j2}, \dots, a_{jk}) = \omega(Y/a_{j1}, a_{j2}, \dots, a_{jk}) dY.$$

Замествайки (15) и (16) в (13) се наблюдава, че сумата в (13) има интегрален вид и при стремеж на интервалите  $\Delta a_{j1}, \Delta a_{j2}, \dots, \Delta a_{jk}$  към нула, се превръща в  $k$  – кратен интеграл:

$$(17) \quad P(Y/S) = dY \int_k \omega(Y/a_1, a_2, \dots, a_k) \omega_A(a_1, a_2, \dots, a_k) da_1 da_2 \dots da_k,$$

а съотношението за правдоподобие придобива вида:

$$(18) \quad A_p = \frac{\int_k \omega(Y/a_1, a_2, \dots, a_k) \omega_A(a_1, a_2, \dots, a_k) da_1 da_2 \dots da_k}{\omega_N(Y)}.$$

Ако се обозначи отношението:

$$(19) \quad \frac{\omega(Y/a_1, a_2, \dots, a_k)}{\omega_N(Y)} = A_p^1(a_1, a_2, \dots, a_k),$$

то се получава окончателния израз за отношението за правдоподобие:

$$(20) \quad A_p = \int_k A_p^1(a_1, a_2, \dots, a_k) \omega_A(a_1, a_2, \dots, a_k) da_1 da_2 \dots da_k,$$

където:  $A_p^l(a_1, a_2, \dots, a_k)$  характеризира вероятността за наличие на сигнал с определени параметри  $(a_1, a_2, \dots, a_k)$ .

В заключение следва да се отбележи, че при случайни параметри  $(A_1, A_2, \dots, A_k)$ , имащи плътност на вероятност  $\omega_{A_j}(a_j)$ , интегрирането по всичките им възможни значения дава математическото очакване или средната стойност на отношението за правдоподобие. В такъв вид (20) определя вероятността за наличие на сигнал при различни възможни стойности на неговите случайни параметри.

#### Литература:

- [1]. Бойчев Б. Малки двуканални фотомери по проекти “Активен” и “АПЕКС” сп. Аерокосмически изследвания в България, бр. 14, 1998, стр. 92-97.
- [2]. Гецов П. Космос, екология, сигурност. Нов български университет, София, 2002, стр. 211.
- [3]. Гецов П. Полунатурно конструиране на системи за управление полета на безпилотни летателни апарати. ИКИ – БАН, София, 2002, с. 380.
- [4]. Илиев И. Спектрофотометрична система за слънчеви и атмосферни изследвания, сп. “Електроника и електротехника” № 3-4, 2000, стр. 43-47.
- [5]. Манев А., К. Палазов, С. Райков, В. Иванов. Комбиниран спътников мониторинг на температурната аномалия през август 1998 г., Сборник доклади на IX-та национална конференция с международно участие “Основни проблеми на слънчево – земните въздействия” ЦЛКИ-БАН, София, 2002, стр. 153 – 156.
- [6]. Мардирисян Г., Аерокосмически методи в екологията и изучаването на околната среда. Акад. издат. “Марин Дринов, София, 2003, 201 с.
- [7]. Симеонова, Ю., Микроканалните пластини и някои възможности за използването им при изследване в Космоса, Докторска дисертация, ЦЛКИ – БАН, София, 1986.
- [8]. Цекова В., Е. Цеков. Коригиране на полуавтоматична система за управление на подвижни обекти. Научно – тематичен сборник на ЮНС на ВВБУ “Г. Бенковски”, т. 2, 1998 г., стр. 228 – 232.
- [9]. Цекова В. Избор на телевизионен датчик и оптика за оптико – електронни системи за въздушно разузнаване. Научно – тематичен сборник на ЮНС на ВВБУ “Г. Бенковски”, т. 2, 1998, стр. 223 – 228.
- [10]. Enoch J. M. Effect of the Size of a complex display upon visual search, JOSA, 1989, 49, p. 280 – 286.
- [11]. Tzekova V., Tzekov E. Bright spots selection in TV – images, Aerospace Research in Bulgaria, vol 27, 2003, p.p. 151-156.



THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## ЕКОЛОГИЯ, КУЛТУРА, ОБРАЗОВАНИЕ

Надя Маринова

НОВ БЪЛГАРСКИ УНИВЕРСИТЕТ

E-mail: [nmarinova@nbu.bg](mailto:nmarinova@nbu.bg)

## ECOLOGY, CULTURE, EDUCATION

Nadya Marinova

NEW BULGARIAN UNIVERSITY

**ABSTRACT:** Transformation of the culture of environmental basis requires radical changes in the whole value system of the society and above all, a new paradigm for the spiritual and behavioral structure of man. Major axis of the traditional culture is anthropocentrism, i.e. people perceived as the foundation of humanism. Environmental culture is built around the paradigm of biospherecentrism also called, ecotcentrism. Ultimately, this paradigm also refer to human creatures as the main goal of social development and is mediated by the task of preserving the natural environment of the community.

**KEY WORDS:** ecology, social-economic development, energy efficiency, anthropocentrism, ecocentrism, biospherecentrism, culture.

Взаимодействието на Човека с Природата съществува от времето на неговата поява на Земята. Това взаимодействие има както непосредствен, така и опосредствен характер. Основата на непосредственото взаимодействие на човека с природната среда съставлява общия за всички организми биологичен обмен на вещества в процеса на хранене, дишане и различни други физиологични функции. Най-значим и специфичен за хората се явява опосредственият начин на взаимодействие с природата, благодарение на различни технически приспособления, започвайки с каменната брадва и копие и завършвайки със съвременния ядрен реактор. При такова взаимодействие също става обмен на вещества между човека и природата, но темповете на неговото развитие и нарастване съществено се

отличава от непосредствения обмен. Това нарастване не се ограничава от количествени показатели, а е обусловено от развитието на знанията и съответното усъвършенстване на техническите приспособления, използвани от хората.

Ако нашите предци биха ограничавали своята дейност само с приспособяване към природата и използване на нейните готови продукти, то те никога не биха се отделили от животинското състояние, към което са се намирали първоначално. Началото на човека е могло да даде само такава не съвсем природна форма на дейност, каквато е трудът, главната особеност на който се явява изготвянето на едни предмети (продукти) с помощта на други предмети (оръдия на труда). Трудовата дейност, давайки на човека колосални преимущества пред останалите животни в борбата за оцеляване, в същото време го изправя пред опасността с времето да стане силата, способна да разруши природната среда на неговия собствен живот. Тази опасност, възникнала заедно с човека, достига своята пределна степен на границата между второто и третото хилядолетие от новата ера.

Социално-икономическото развитие и опазването на природата поставят проблеми, неразривно свързани едни с други, а качеството на живота на сегашните и бъдещите поколения в зависимост от това доколко е възможно да се решават насъщните проблеми на човечеството днес, без да се нанася ущърб на околната среда, от чието състояние зависи всяко живо същество на Земята. За постигането на тази цел, особено в новия век, е необходимо да се търсят и налагат нови форми на сътрудничество между правителствата, бизнеса и обществото.

Социално-икономическата среда в света е едно от условията за повишаване на жизненото равнище на най-бедните слоеве от обществото, за да се постигне стабилизиране на отношенията между различните обществени групи. Наред с по-ефективното използване на енергията и другите материални ресурси и намаляване нивата на замърсяване на околната среда, се появява необходимост от нови технологии и екологична култура, способни да осигурят необходимия икономически ръст.

Неконтролируемото разрастване на така наречената техносфера, породено от човешката дейност, наруши затворения цикъл на природните процеси. Човечеството разкъса жизнения кръговрат в биосферата, създавайки безбройни цикли и вериги от изкуствени събития. В резултат на това на преден план излезе глобалният съвременен проблем - уврежданията на околната среда прехвърлиха прага на поносимост на биосферата и човекът се оказа в капана на противоречията между своята биологична същност и нарастващото му очуждение от природата.

Осъзнаването на глобалната екологична опасност, заплашваща не само равновесието в биосферата, но и съхраняването на човешката

цивилизация, принуждава световната общност да търси пътища за изход от тази кризисна ситуация.

Господстващите пазарни отношения спомагат за внедряване на иновации и повишаване икономическата ефективност, както и да се създават условия за подобряване качеството на живота на човечеството. Тези отношения не са достатъчно гъвкави, за да отчитат вредата нанасяна на околната среда в процеса на производството и използването на многообразието от стоки и услуги, както и да я предотвратяват.

За преодоляването на разрастващата се екологична криза и за разрешаването на острите противоречия във взаимоотношенията между обществото и природата, а също така и съпътстващата техника като главно и опосредствено звено в тези отношения, е необходим нов начин на мислене, ново образование и култура, преход към екологизация на обществения живот, а в перспектива и към екологично ориентирана цивилизация.

Много трудно е да се твърди с увереност какви промени следва да настъпят в една или друга област, за по-пълно удовлетворяване на потребностите на днешните и бъдещите поколения. Историята на човечеството е свързана с постоянно нарастване на потребностите на хората от природни ресурси. Но натрупаният опит позволява да се търси определен баланс в тази насока. В тези условия се появява необходимостта от нова система от знания, която да помага на бъдещите специалисти да организират своята дейност при все по-твърди екологични ограничения. За тази цел се налага да се внесат значителни поправки в системата на обучението и подготовката на кадрите за разумно и съзнателно изменение на условията на живота на хората и формиране на по-рационални принципи на потребление. Човекът, при цялата негова разумност, не притежава главното свойство, задължително за всеки жив организъм, свойството за екологично самоосигуряване.

Формирането и прилагането на ясни критерии за устойчиво развитие на обществото е в състояние да помогне на човечеството да промени своя живот и да преодолее безнадеждно остарелите си стереотипи. Като цяло, в съвременния свят се наблюдава и се очаква грандиозен преход от *до екологична епоха* към *нова епоха - екологична*.

Историческата съдба на цивилизациите най-пряко е зависела от това как се е развивало взаимодействието на хората с природата. Съществува предположение, че упадъкът в културата на цели народи в значителна степен се е определял от нарушаването на природните условия за съществуване в резултат на неумерената и неправилната експлоатация на природните ресурси. Това е било характерно за цивилизации, свързани преимуществено със земеделски характер на производството в

екстремални климатични условия. Например, обширни пространства на пустинята в Северна Африка, Месопотамия, Средна Азия са се отличавали някога, съдейки по разкопките, с гъсти гори и пълноводни реки, но неразумното използване на огъня от древните хора за освобождаването на земи от горите, прекалено интензивната обработка на почвата и прекомерната паша на животните довели до това, че в тези места с бързи темпове настъпва опустиняването и преди около 8 хил. години тези места, прославили се с богата природа и високо ниво на развитие на цивилизацията, се оказват засипани от пясъците. В този смисъл Карл Маркс подчертава, че “ако цивилизацията се развива стихийно, то тя неизбежно оставя след себе си пустиня, затруднявайки по този начин възможността за своето собствено съществуване”.

Ако досега понятието “култура” е обхващало само тази част от природата, която непосредствено се е усвоявала от човека, то вече е необходимо да се разпространи върху цялата природна среда за съществуването на човека, включвайки, преди всичко, биосферата, а след това и прилежащите към нея области на земните недра и космическото пространство.

В дадения случай под *култура* се разбира, преди всичко, изменението на самия характер на отношението на хората към природата по такъв начин, че то да се изгражда като осъзнато не само за нуждите на използването на отделни нейни явления и процеси, но и на основата на разбирането на цялата система от връзки, съществуващи в природната среда и осигуряващи нейния цялостен, жизнено пригоден характер. Такова отношение към природата предполага качествено ново ниво на нейното опознаване и практическо използване, когато предмет на изследванията и основа на дейността стане, покрай тези закони, които са се отчитали и по-рано, също така и екологичните закони, т.е. законите на саморегулацията на биосферата и нейните компоненти.

Единственият начин за отчитане изискванията на законите за саморегулиране на сложни системи се явява същото системно изменение на цялата структура на нашата дейност, а това означава преобразуване на нейната култура.

Културата е едно от най-сложните понятия, характеризиращо човека не само като творец на материални и духовни ценности, но и самия способ на неговата съзидателна дейност. Ако по-рано се е подчертавала *природопреобразуващата функция* на културата и тя даже се е определяла чрез противопоставянето на природата, то днес настъпи времето да се разглежда като не по-малко важна *природозащитната функция* на културата и тя да се определя чрез съвместяването ѝ с природата. Съвременното разбиране за културата в нейния екологичен аспект означава съединяване на Човека с Природата, за разлика от



съществуващото досега разбиране за тяхното разграничаване и дори противопоставяне.

Преобразуването на културата на екологични начала изисква радикални изменения в цялата ценностна система на обществото и преди всичко, нова парадигма за духовната и поведенческата структура на човека. Главна ос на традиционната култура е антропоцентризмът, т.е. човека, възприеман като основа на хуманизма. Екологичната култура се изгражда около парадигмата *биосфероцентризм*, или, както понякога се говори, *екоцентризм*. В крайна сметка, тази парадигма също е ориентирана към човека като основна цел на общественото развитие, но не пряко, както преди това, а опосредствено - чрез задачата за опазването на природната среда на обществото. Отбелязаното различие е много важно, тъй като определя цялата останала система на приоритетите в икономическата, политическата, правната и другите сфери на обществения живот.

Хуманизмът в екологичната култура е по-дълбок и основен пред лицето на екологичните опасности. Той изхожда от отчитането на реалните възможности на биосферата да осигури на жителите на планетата истински човешки условия за съществуване. Вместо самоувереното, високомерното “всичко за човека” идва по-мъдрото “всичко за природата” и след това за човека, доколкото това позволява природата, нейните закони, които в степенята на тяхното познаване и нашето подчиняване на тях ни правят истински свободни и защитени от гибелни катастрофи.

Екологичната култура е извънредно сложно явление, включващо огромно многообразие от компоненти както в начина на мислене, така и в сферата на практическата дейност, радикално различаващи се от тези, които са били характерни за традиционната култура с нейната насоченост към радикално преобразуване на природата в името на човешките потребности. Признаването на реалността на глобалната екологична криза и бързите темпове на нейното прерастване в екологична катастрофа рязко ограничава спектъра на избора на стратегия за по-нататъшно развитие на обществото. Главният въпрос сега се заключава в това, ще стигне ли на човечеството време да осъзнае в пълна степен новата екологична парадигма в цялата ѝ сложност и да реализира екологичната повеля.

Авангардна роля за формиране на съвременното разбиране на света се отрежда на образованието. Екологичното образование, наред с икономическото, хуманитарното, информационното следва да бъде в основата на цялата образователна система. Екологичната култура, именно по силата на своето радикално различие от традиционната, не може да се формира от само себе си стихийно и постепенно, предавайки се от поколение на поколение, както това е ставало по-рано. В дадения случай приемствеността не може да даде нужния резултат, но човечеството не

разполага с време за постепенно преодоляване на екофобната ориентация, тъй като темповете на разрушаване на природата отдавна са надхвърлили пределните значения, свойствени на биосферата, което е пълно с опасност от екологична катастрофа. Формирането у хората на екологична култура следва да се разглежда като най-важния начин за преодоляване на дадената опасност и за изпълнението на тази задача не съществува по-ефективно средство от добре организираното екологично възпитание, просвета и образование.

Екологичното възпитание, просветата и образованието, от своя страна, също следва да се отличават от традиционните видове на тази дейност и да включват знания за биосферата, за водещата роля на живата природа в поддържането на тази планетарна система, за пътищата по обезпечаване на съвместимостта на човека с природата, т.е. всичко това, което почти напълно е отсъствало в предишната система на образование и възпитание, но без което по-нататъшното съществуване на човека на Земята става невъзможно.

В процеса на възпитанието и образованието човек трябва не само да усвои нови знания и да си изгради друг начин на отношение към природата, но и да се научи с чувство да реагира на протичащите в нея изменения, за да може своевременно да внесе корективи в своята дейност. Екологичното възпитание и образование следва да има изпреварващ характер, осигуряващ по този начин своеобразна времева инверсия в развитието на социоприродната система *“от съзнателно набелязано бъдеще - към настоящето”*. Предишният времеви параметър на социално развитие *“от настоящето - към бъдещето”* сега става опасен по силата на своята стихийност и е недостатъчен, тъй като не обхваща природната реалност като среда за своето съществуване и управляемо развитие.

Системата за възпитание и образование трябва да съответства на задачите на новия обем от управление на социоприродната реалност и новата времева парадигма на този процес. Такова съответствие засега няма, но е необходимо да бъде осигурено в следните основни направления:

*Първо.* Необходимо е да се преодолее непосредственият и наивен *антропоцентризъм*, който е бил характерен за цялата предишна култура и е изиграл не малка роля за възникването на екологичната криза, тъй като човекът с всички свои потребности, дори със своите екстравагантни и завишени потребности, се е разглеждал като самоцел в развитието, а цялата природа, съгласно тази гледна точка, е трябвало да бъде източник на ресурси и нищо повече. А това, че на природата също може да бъде присъща самоцелност и на ней е свойствена своя логика в развитието, в която човекът е длъжен да включи своята активност по достатъчно съгласуван начин, не е било прието да се мисли. Позицията в отношенията

между човека и природата е била пределно проста - природата е длъжна да служи на човека като средство за неговото благополучие.

Екологичната криза слага край на такава опростена идеология. Природата изведнъж показва границите на своите ресурси и преди всичко на тези, с които здраво бяха свързани представите за тяхното самовъзстановяване - запасите от биоресурси, от атмосферен въздух, от прясна вода, стабилността на температурния режим и екологичното равновесие, като цяло.

*Второ.* Настъпи времето за принципна промяна на предишната *потребителска* парадигма на природоползването с нова - *конструктивна*.

Човекът може да преодолее ограничеността на възобновимите ресурси на планетата, ако преобразува своята дейност така, че да поддържа условия за тяхната възобновимост. За тази цел е необходимо много добре да се изучава какво представлява биосферата, какво място в природните системи заемат различните организми и каква функция изпълняват в поддържането на тяхната цялост и пригодност за живот.

*Трето.* Възниква въпрос, от който хората преди това никога не са се интересували, но който задължително възниква след като обществото се разглежда от екологични позиции: *Какви са мястото и ролята на обществото в съвкупността от природните явления, за тяхното съхраняване в годно за живот състояние?* От позициите на антропоцентризма правилният отговор на този въпрос е невъзможен. Човекът, привикнал да се смята за разумно същество, единствен от всички населяващи планетата живи същества не притежава такова важно за живота свойство като способността за екологично самоосигуряване. Напротив, той единствен на планетата е носител на способността за екологично саморазрушаване.

*Четвърто.* В сферата на възпитанието и образованието се налага да се преодоляват екофобните предпоставки в обектите на възпитание и обучение, за да може след това да се пристъпи към знания и навици от екологичен характер.

По отношение на екологичното образование и подготовката на специалисти в областта на опазването на околната среда са уточнени редица принципи, съдържащи се в "Световната стратегия за опазване на природата" приета от Световната харта за опазване на природата на ООН (1982г):

- принципа за обхващане в екологичното образование на всички възрасти, социални и професионални групи от населението;
- принципа за преимуществено обучение на лицата, имащи правото и възможността да приемат решения в областта на практическата дейност;

- принципа за непрекъснатост в екологичното образование в различните етапи на възпитание и обучение.

Екологичната криза е не само разрушаване на околната среда за човека. Бедственото състояние на природата е показател и за криза в обществото, поради което кризата има системен характер и следва да се разглежда като социоприроден кризис, т.е. обхващащ цялата социално-природна система. За разбирането на нейната същност и пътищата за изход от нея е необходимо съвместното участие на социалните, естествените и техническите науки, които засега остават разединени.

С това обстоятелство е свързан фактът, че екологията в учебните дисциплини често се преподава едностранно или като биологично знание, или като социално знание, но много рядко в единство. Методиката на преподаването на съвременната екология е разработена недостатъчно и подготовката на специалисти в тази област изостава от потребностите.

В заключение следва да се подчертае, че обществена необходимост става да се включи в учебните заведения като задължителна самостоятелна дисциплина *социалната екология* като напълно самостоятелна област от знанието, изучаваща специфичните закони за съвместимостта на обществото и природата в рамките на единната социално-природната система. В този смисъл преподаването на социалната екология не трябва да върви само във вид на екологични аспекти в отделни дисциплини, а като самостоятелна учебна дисциплина.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Акимова Т.А., Екология. Природа-човек-техника, 2007
- [2] Близнаков А., Гъргаров Б., Маринова Н., Екология и икономика икономика и екология, София, НБУ, 2012
- [3] Гъргаров З., Захаринов Б., Близнаков А., Природни ресурси и природоползване, 2002
- [4] Недялков Я., Теория на екологията, 2003
- [5] Common, M. and Perrings, C – (2008) Towards an ecological economics of sustainability, Draft paper. Centre for Resource and Environmental Studies, Australia National University, Canberra.



THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## РЕГИОНАЛНА СИСТЕМА ЗА ЕКОЛОГИЧЕН МОНИТОРИНГ В РЕАЛНО ВРЕМЕ, БАЗИРАНА НА MODIS DIRECT BROADCAST

Катя Димитрова, Петър Петров

*ИНСТИТУТ ЗА КОСМИЧЕСКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ, БЪЛГАРСКА  
АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ, УЛ. "АКАДЕМИК ГЕОРГИ БОНЧЕВ", БЛ. 1, СОФИЯ 1113  
E-MAIL: kate\_ndi@yahoo.com*

## REGIONAL SYSTEM FOR ECOLOGICAL MONITORING IN REAL TIME BASED ON MODIS DIRECT BROADCAST

Katya Dimitrova, Petar Petrov

**\*\*SPACE RESEARCH AND TECHNOLOGY INSTITUTE, BULGARIAN ACADEMY OF  
SCIENCES, ACAD G. BONCHEV STR., BL. 1, 1113 SOFIA, BULGARIA**

**ABSTRACT:** Предложена е система за екологичен мониторинг в реално време на Балканите и Черно море, базирана на информация от спектрорадиометъра MODIS в режим Direct Broadcast от сателитите на NASA Terra и Aqua. Наземна станция, базирана на стандартни компоненти позволява да се използват възможностите на MODIS DB за денонощно покритие на региона. Специализираните L2 продукти позволяват оперативен анализ на състоянието на природната среда и на значителни аварии и бедствия в реално време с много добра пространствена разделителна способност за регионални задачи. Показани са примери: от Българското черноморско крайбрежие - висока биологична активност, вследствие на отпадъчни води; черноморската акватория - нефтено замърсяване и Родопите - горски пожар.

**KEY WORDS:** екологичен мониторинг, MODIS, Черно море, замърсявания, реално време



## **I. Увод**

Засиленото антропогенно натоварване на Черноморската зона и Балканите и увеличаващите се енергийни и товарни потоци изисква непрекъснат мониторинг на състоянието на природната среда.

Броят на товарните кораби, както и енергийните доставки в черноморската акватория непрекъснато нарастват. Индустриалният растеж в черноморската зона и процесите на глобализация ще ускорят още повече тази тенденция за в бъдеще. Планираният за изграждане газопровод Южен поток, както и отпадналите проекти Бургас-Александруполис и Набуко, потвърждават това. Трафикът на нефтените танкери през Босфора е достигнал вече своя максимум. Следователно, наблюдението и ранното предупреждение за нефтени разливи и възможни аварии става важен елемент за защита на национална сигурност на бреговата ивица [3].

Черно море акумулира голямо количество отпадни води поради множеството изградени градове по крайбрежието, повечето от тях курортни центрове с множество туристи през пиковия сезон, поради тази причина са неизбежни замърсявания от комунално-битов характер.

Оценката на нефтени разливи, пожари и морски инциденти, цъфтеж на водораслите и заустяването на реките са сред основните проблеми, предвидени за регионален оперативен мониторинг.

Предложена е система за екологичен мониторинг в реално време на Балканите и Черно море, базирана на информация от спектрорадиометъра MODIS в режим Direct Broadcast от сателитите на NASA Terra и Aqua.

## **II. Използване на MODIS Direct broadcast за екологичен мониторинг**

Сателитните наблюдения позволяват детайлно изследване на екологичните процеси на регионално ниво. Наземната станция MODIS Direct Broadcast позволява използването на свободната информация от дистанционно наблюдение на Земята на NASA EOS за регионален мониторинг в реално време на биогенни замърсявания, нефтени разливи, ранно предупреждение при природни и антропогенни бедствия и аварии в района на Балканите и Черно море.

За целите на експресния анализ на замърсявания в Черно море е подходящо използването на режима Direct Broadcast на MODIS поради сравнително добрата пространствена разделителна способност на данните, широкия спектрален диапазон на наблюдение и възможността за получаване на няколко наблюдения при различна осветеност от слънцето в рамките на денонощието. Времето отместване на двете сателитни орбити дава възможност за наблюдение на един и същи регион до 4 пъти в денонощието при проследяването на динамични събития.

MODIS има 36 спектрални канала, които обхващат от 0.4 до 14.4 микрометра (от видимия до топлинния инфрачервен диапазон), в една от



трите пространствени разделителни способности (250, 500 и 1000 м). Има различни информационни продукти с MODIS данни, използвани за изучаване на глобалните промени на околната среда. Тези продукти се използват в различни дисциплини, в това число в областта на океанографията, биологията, земеползването и атмосферните науки. MODIS данните се използват в съответствие с различните методи и алгоритми за откриване на явления по повърхността на морето и на земята. Продуктите за крайния потребител варират от най-популярните изображения в истински цветове, използвайки три видими канала на MODIS (500 м. пространствено разрешение B3-469 nm, B4-555 nm и на 250 м B1-645 nm), понякога в съчетание с техниките за свръх разрешение, и се продължи до по-специфични изображения - цвят на океана (ocean-color), параметри на земята и атмосферата и температурни параметри [6].

След получаване на суровите данните от наземната станция, трябва да се извърши обработка на данните в съответствие с базовата техническа информация от ниво L0 до L1B. Радиометрично калибрираните и геореферирани файлове L1B се обработват с програмни продукти за получаване на специфични продукти L2A, подходящи за откриване и оценка на замърсявания и откриване на нефтени петна.

Употребата на стандартни продукти на NASA за MODIS позволяват детайлна оценка на атмосферата, сушата и акваториите в региона в продългосрочен период.

Специализираните MODIS продукти на ниво L2 позволяват оперативен анализ на биологичната активност на крайбрежните води и замърсявания на морската повърхност, растителната покривка и значителни аварии и бедствия в реално време с много добра пространствена разделителна способност за регионални задачи.

Обработените продукти с пространствена разделителна способност 250 и 500 м., в комбинация със съпътстваща информация от налични ГИС слоеве и зоната за покритие на Системата за автоматична идентификация на плавателни съдове – AIS, както и потвърждаваща информация “in situ” за изясняване на общата оперативна картина, позволяват до няколко часа след приемането от сателита, да се изпращат доклади с оценки до потребителите.

### **III. Експресен анализ на замърсявания в Черно море с данни от MODIS Direct Broadcast**

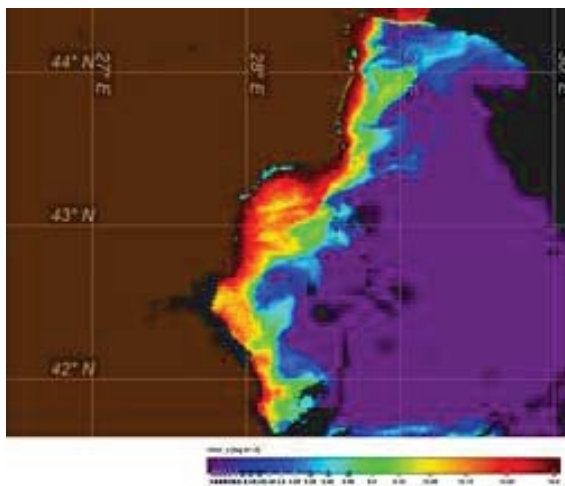
#### **Биогенни замърсявания**

Крайбрежните райони са най-плътно населените места в региона на Черно море, а крайбрежните води са силно засегнати от човешката дейност. Изхвърлянето на не-добре пречистени води, внасящи микробиологични замърсители в Черно море, представлява заплаха за

човешкото здраве, за устойчивото развитие на туризма и за аквакултурите. Замърсяването на повърхностния слой на водата води до прогресивна еутрофикация и микробиологично замърсяване на морските води и до разрушаване на баланса на екосистемите и спад в биопродуктивността на околната среда. Поради това е важно да се организира мониторинг на антропогенното въздействие върху морската среда [1].

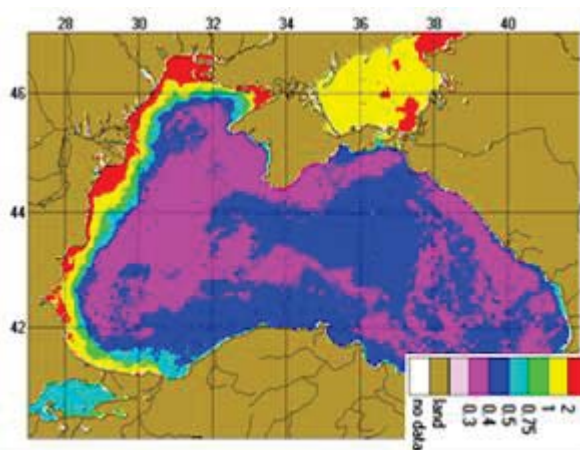
За експресния анализ на биогенни и химични замърсявания се използват стандартни продукти на MODIS: Температура на морската повърхност, [ $^{\circ}\text{C}$ ]- **sst** и **sst4**; Концентрация на хлорофил, [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]- **chlor\_a** [7]. По изменението на концентрацията на хлорофила може да се съди за цъфтеж на водорасли, който може да е причинен и от антропогенни замърсявания.

На Фиг.1. се наблюдава голямо съдържание на хлорофил по Българското северно черноморско крайбрежие – Варна, Златни пясъци, разпростира се на север и в по-малка част на юг към Бургаския залив. Това сочи голямо съдържание на хранителни отпадъци. Установено е, че се дължи на спукана канализационна тръба. При сравняването на данните от Фиг.2. с месечното количество хлорофил по Копелевич и др, 2013[2], се наблюдават максимална средно месечна стойност за българското крайбрежие от  $2 \text{ mg}/\text{m}^3$  за месец август, а за 15 август 2010 стойностите са 8 пъти по-високи.

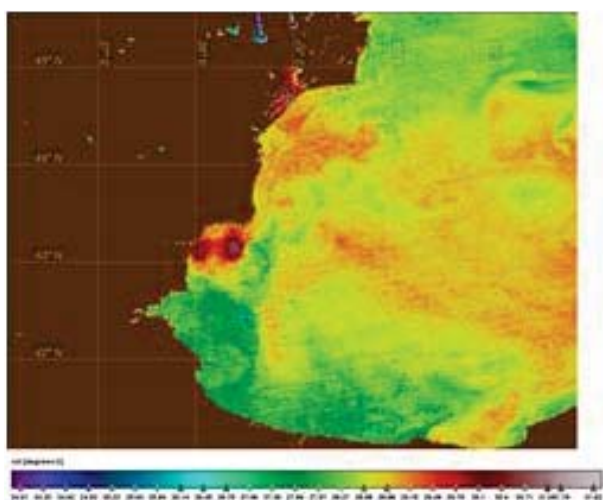


Фиг.1. Концентрация на хлорофил по  
Фиг.2. Концентрация на хлорофил  
[ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]

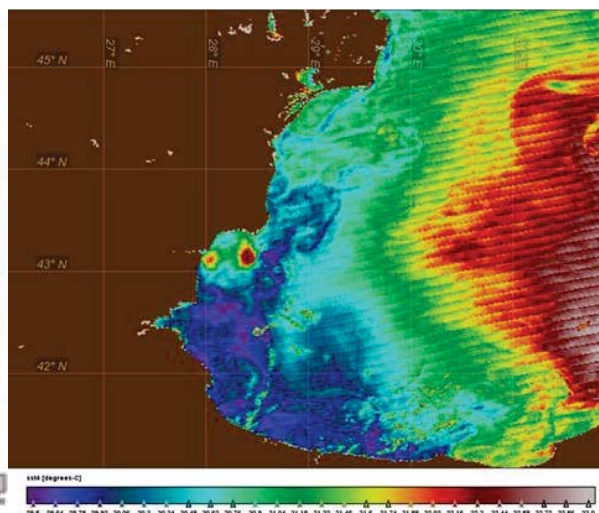
Българското черноморско крайбрежие,  
1 km, MODIS Aqua  
15.08.2010 г.



в Черно море за месец август 2010 г.  
(O.V. Kopelevich and etc., 2013)



Фиг.3. Температура на повърхностния воден слой [°C] на Българското черноморско крайбрежие (спектрален канал 12  $\mu\text{m}$ ) , 1 km, MODIS Aqua 15.08.2010 г.



Фиг.4. Температура на повърхностния воден слой [°C] на Българското черноморско крайбрежие (спектрален канал 4  $\mu\text{m}$ ) , 1 km, MODIS Aqua

При сравнение на количеството хлорофил от 15 август 2010 на Фиг.1. с температурата на повърхностния воден слой се забелязва корелация (Фиг.3). Вероятното изливане на канални води предизвиква температурни аномалии и цъфтеж на фитопланктона. Съпоставянето на количеството хлорофил с температурата на повърхностния воден слой, отчетена от сензора спектралния канал с чувствителност от  $\sim 12 \mu\text{m}$  (Фиг. 3.) и  $\sim 4 \mu\text{m}$  (Фиг. 4.) води до извода, че има връзка между повишеното количество на хлорофил и повишената температура на морската вода в повърхностния слой.

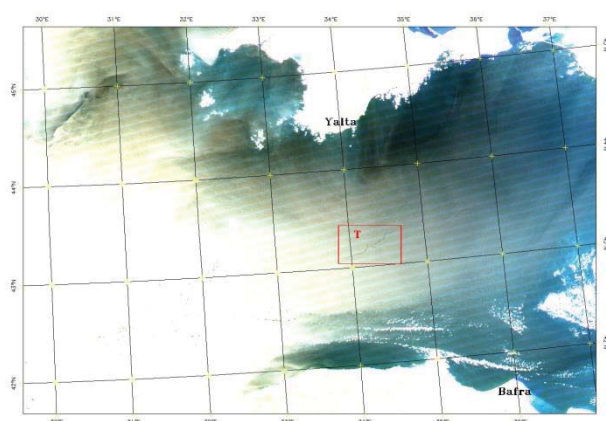
### Нефтени разливи

Крайбрежната сигурност зависи от наблюдение на замърсявания с нефт, а фактори за това са присъствието на интензивен трафик от кораби и танкери.

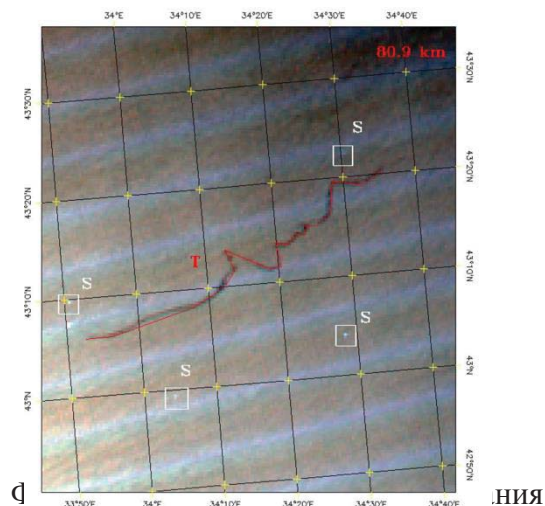
Баластните води и други видове незаконни изхвърляния продължават да са съществен източник на нефтени замърсявания с високо ниво на пространствена хетерогенност. Нефтът влиза в морето в резултат на изливания от плавателни съдове и от инциденти, както и от наземни източници [5].

Широкият спектрален диапазон на данните от MODIS и възможността за получаване на няколко наблюдения при различна осветеност в рамките на денонощието, позволява да се създадат копмозитни изображения за решаване на следните задачи: откриване на нефтени петна, определяне на площта на нефтените петна; определяне на „възрастта“ на замърсяването; определяне на посоката и скоростта на движение; определяне на дебелината на нефтения слой и др.

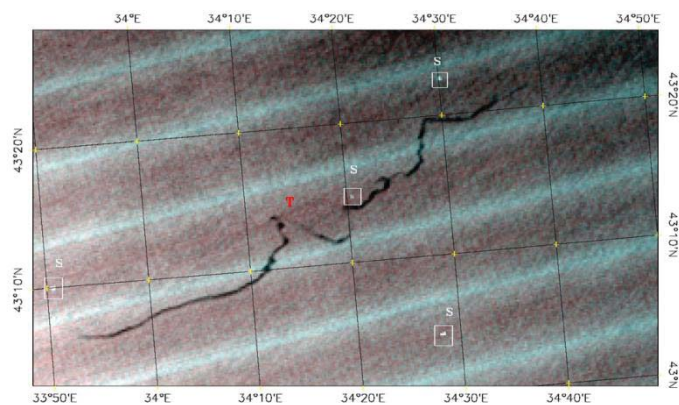
По-често, петролни петна се откриват с активни сензори като радари и лидари. Колкото по-грапава е водната повърхност, толкова по-ярко ще се вижда морето. Тъй като петролът изглажда водната повърхност, местата, където петролът се е разпространил се появяват по-тъмни в изображението (отрицателен контраст). В случая геометрията на зрителното поле на MODIS, когато един нефтен разлив е в или близо до центъра на слънчевия отблясък, места, където петролът се е разпространил се появяват по-ярки почти огледално отражение в изображението (положителен контраст) [4].



Фиг.5. RGB 721 Черно море, 500 м. пространствена разделителна способност с Т район на замърсяване от Фиг.5. 21.08.2013 г. MODIS Aqua



21.08.2013 г. MODIS Aqua



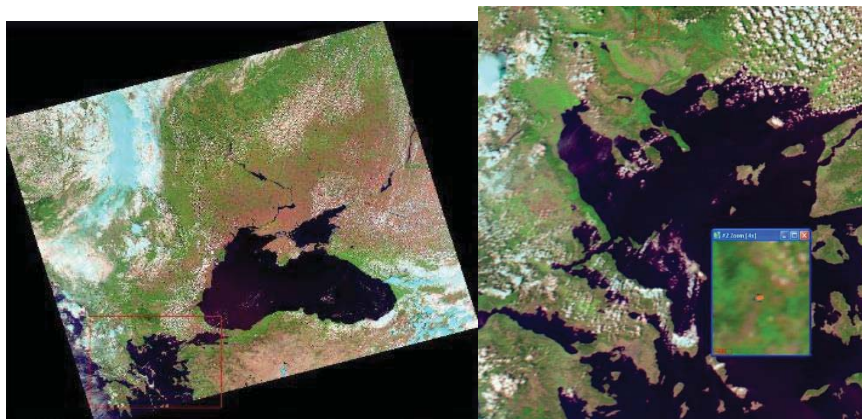
Фиг.7. RGB 2, 1, 1, Изпуснат баласт от танкер, 250 м. пространствена разделителна способност, 21.08.2013 г. MODIS Aqua

На Фиг.5. Каналите са по-близко до видимия диапазон на спектъра и тъй като са отражателни и не проникват дълбоко във водата, а отклика е само от повърхността на водата. Откроява се тъмна нишка нефт с негативен контраст в Черно море. Маркираният район с Т обозначава следата от нефта с баластни води.



Фиг.6. Изпуснат баласт от танкер. С буквата S са маркирани кораби (танкери или карго). След направено контрастиране в централната част на Черно море се откроява нишковидна следа от нефтен баласт. Издължената форма на петното означава, че плавателният съд е бил в движение при замърсяването. По изображението е измерена дължината на петното –  $L=80,9$  km.

На Фиг.7 - Изпуснат баласт от танкер. Във видимия спектър (645 nm и NIR 860 nm), може да се направи по-добра оценка на следата от нефт, в сравнение с RGB 7,2, 1 и RGB 20, 5, 7. Размерът на пиксела (по-добрата разделителна способност) е решаващ за качеството на оценката и подобрява контраста. С буквата S са маркирани кораби (танкери или карго), с размери, съизмерими с размера на пиксела – 250 м. Ако има съпътстваща информация от системата AIS, може да се получи информация за тях. Оценявайки дължината на следата, повърхността, заета от нефтения филм, е  $30\text{-}40\text{ km}^2$ , а обемът на нефта (дори при спазване на MARPOL ограниченията за баластна вода) е поне стотици барела петрол.



Фиг.8. RGB 721. Ляво – Балкански п-ов, Дясно – локализиран пожар на територията на България, 500 м. пространствена разделителна способност, 21.08.2013 г. MODIS Aqua

## Пожари

Термалните композитни изображения са подходящи за локализиране на пожарна активност, като топлинната енергията, освободена от пожари се интерпретира като допълнителен принос в излъчването - получават се "червени точки" върху изображението. Относителната интензивност на червеното е пропорционална на размера и температурата на пожара. На Фиг.8. RGB 721, с 500 м. пространствена разделителна способност от 21.08.2013 г. е локализиран пожар в България, близо до границата с Гърция.

## IV. Заключение

Сателитните наблюдения позволяват детайлно изследване на екологичните процеси на регионално ниво. Чрез наземната станция MODIS DB се получават изчерпателни данни за околната среда в реално

време, които могат да се използват за изграждането на система за екологичен мониторинг за региона на Балканите и Черно море.

Специализираните MODIS продукти на ниво L2 позволяват оперативен анализ на биологичната активност на крайбрежните води и замърсявания на морската повърхност, растителната покривка и значителни аварии и бедствия в реално време с много добра пространствена разделителна способност за регионални задачи. Те могат да бъдат автоматизирани и използвани за наблюдение, локализиране и проследяване динамиката на аварийни ситуации.

MODIS информацията не е в състояние да покрие всички нужди на реалната система за Екологичен мониторинг и ранно предупреждение, поради което може да се използва съвместно с други системи за екологичен мониторинг.

Системата същевременно може да ползва данни от платформи с по-висока пространствена разделителна способност, а също и данни от радари със синтезирана апертура (SAR) при значителна облачна покривка. За по-детайлна информация може да се използват и безпилотни летателни системи.

## Литература

- [1] Bondur V., Satellite Monitoring and Mathematical. Modelling of Deep Runoff Turbulent Jets in Coastal Water Areas, Waste Water - Evaluation and Management, InTech, Croatia, 2011
- [2] O.V. Kopelevich, S.V. Sheberstov, Bio-optical characteristics of the Russian seas from satellite ocean color data of 1988-2012, Moscow, 2013
- [3] Petrov. P., P. Getsov, Possibilities for remote sensing and monitoring of Balkan region, Fifth Scientific Conference with International Participation Space, Ecology, Nanotechnology, Safety – SENS 2009, 2–4 November 2009, Sofia, Bulgaria
- [4] Petrov. P., Early - warning system for environmental monitoring of the ROPME region, IAC-10.B1.1.5 ,2010, Prague, Czech Republic
- [5] BSC, 2008. State of the Environment of the Black Sea (2001 - 2006/7). Edited by Temel Oguz. Publications of the Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution (BSC) 2008-3, Istanbul, Turkey
- [6] <http://modis.gsfc.nasa.gov>
- [7] <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>





THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## АНАЛИЗ СУММАРНОГО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ОРОШЕНИЯ

<sup>1</sup>Асемкулова Гульнара, <sup>2</sup>Алтибаева Гульбану

<sup>1</sup>КАЗАХСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Т. РЫСКУЛОВА,  
АЛМАТЫ, КАЗАХСТАН

<sup>2</sup>РУСЕНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ АНГЕЛ КЪНЧЕВ, РУСЕ, БОЛГАРИЯ  
E- mail: [asemkulova@mail.ru](mailto:asemkulova@mail.ru)

## ANALYSIS OF SUMMARY WATER USAGE OF UNCONVENTIONAL FORAGE CROPS IN DIFFERENT IRRIGATION REGIME

<sup>1</sup>Gulnara Asemkulova, <sup>2</sup> Gulbanu Altybayeva

<sup>1</sup>T. RYSKULOV KAZAKH ECONOMIC UNIVERSITY, ALMATY, KAZAKHSTAN

<sup>2</sup>BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES RUSE UNIVERSITY "ANGEL KANCHEV",  
RUSE, BULGARIA

**Abstract:** The article presents the results of research in the application of irrigation regime within 70% of the field capacity of the soil, creates optimal conditions for the growth and development of unconventional forage crops in the south - east of Kazakhstan. An article review of water balance of the forage crops' experimental field shows that primarily the irrigation water is used for growth and development of plants.

**Keywords:** *Helianthus tuberosus* L., *Heracleum sosnowsky* Manden, *Silphium perfoliatum* L., *Rumex tianschanicus* Los., precipitation, irrigation rate, the reserves of soil moisture, groundwater recharge, productivity.

### Введение

Состояние кормопроизводства в Казахстане значительно отстает от потребности животноводства, как по количеству производимых кормов, так и по их качеству. Поэтому расширение ассортимента кормовых культур за счет нетрадиционных видов кормовых растений, обладающих комплексом хозяйственно – полезных признаков, дает возможность полнее удовлетворить потребности животных в высококачественном корме и рационально использовать поливную землю.

Однако, в нашей стране, практически ещё недостаточно разработаны технологии их возделывания, приготовления и использования нетрадиционных кормовых культур.

Наряду с этим, в Казахстане из-за особенности климатических условий и малого количества, открытых водоисточников при возделывании сельскохозяйственных культур остро ощущается недостаток влаги в почве.

Поэтому снижение дефицита водных и улучшение водоснабжения возделываемых культур возможно за счет совершенствования технологии орошения. Оптимизацию процессов экономии водных ресурсов, особенно на неблагоприятных землях, необходимо решать путем обоснования экономически целесообразных режимов орошения сельскохозяйственных культур.

Расход воды полем, находясь в определенной связи с совокупным действием метеорологических факторов, в значительной мере регулируют и сами растениями. Потребление воды растениями – это сложный агрофизиологический процесс, и зависит он от плодородия почв, биологических условий года. Поэтому суммарный расход воды для одной и той же культуры изменяется в больших пределах. Растения в процессе жизнедеятельности затрачивают на транспирацию определенное количество воды (Багров, 1965).

Применяя орошение, мы коренным образом изменяем водный режим почвы. При этом усиливаются транспирация растений и испарение почвой, что приводит к изменению фитолимата в посевах, обуславливая резкие отличия его от неорошаемого поля (Запороженко, 1978).

### **Материалы и методы исследования**

Нами в течение 3-х лет в 2005–2007 годы проводились исследования на территории «Агроуниверситет» Енбекшиказахского района Алматинской области по вопросу выращивания нетрадиционных кормовых культур с целью определения сроков, способов и режима орошения в условиях лугово-каштановых почв.

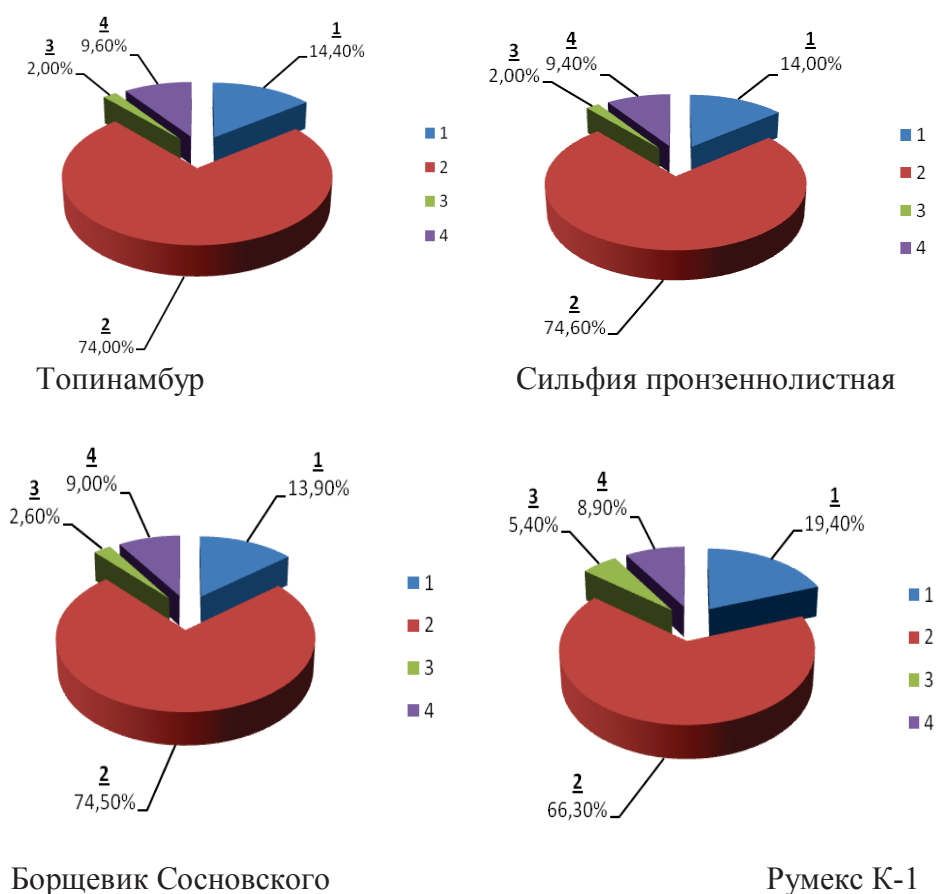
Полевые опыты по выращиванию кормовых культур проводились на поливном участке, в предгорно – сухостепной зоне. Почвы опытного участка представлены лугово – каштановыми почвами, содержание гумуса в пахотном горизонте составляет 3,2%, почвенный профиль не засолен. Изучались два срока посева нетрадиционных кормовых культур: ранневесенний – 15–19 апреля и весенний срок – 25–29 апреля. И три способа посева с шириной междурядий: 30, 45 и 60 см, а также три режима орошения с нормой полива 50%, 60% и 70% от предельно – полевой влагоемкости почвы.

## Результаты исследования

Чтобы ответить на вопрос, как складывался водный режим культуры за вегетационный период, необходимо выяснить доли участия в создании урожая ранневесенних запасов воды в почве, осадков за вегетацию, поливных и грунтовых вод, то есть определить баланс прихода и расхода влаги орошаемым полем.

Суммарное водопотребление сельскохозяйственных культур является величиной непостоянной и зависит от многих факторов, главными из которых являются: тепловой режим, влажность почвы и воздуха, сортовые и агротехнические особенности.

Доля участия элементов водного баланса в суммарном водопотреблении в годы исследований подвергалась значительным колебаниям, в зависимости от метеорологических условий вегетационных периодов и запасов продуктивной влаги перед посевом (рис.).



Примечание:

1 – атмосферные осадки

2 – оросительная норма

3 – запасы почвенной влаги

4 – подпитка грунтовых вод

Рис. Диаграммы суммарного водопотребления растений 70% НВ (среднее за 2005-2007 гг.)

В зависимости от сложившихся метеоусловий в годы исследований режим орошения на вариантах складывался таким образом. На варианте, где влажность почвы в течение вегетационного периода поддерживалась не ниже 60% НВ, во все годы исследований было проведено: топинамбур – 4 полива с оросительной нормой 3460 м<sup>3</sup>/га, борщевик Сосновского – 3 полива с оросительной нормой 2760, сальфия пронзеннолистная – 3 полива с оросительной нормой 2740, румекс К-1 – 1 полив с оросительной нормой 1000 м<sup>3</sup>/га, межполивной период составил 28-31 дней.

На варианте с предполивной влажностью почвы не ниже 70% НВ потребовалось провести для топинамбура 5 поливов с оросительной нормой 3800 м<sup>3</sup>/га, борщевика Сосновского – 4 полива с оросительной нормой 3000, сальфии пронзеннолистной – 4 полива с оросительной нормой 3000, румекса К-1 – 2 полива с оросительной нормой 1330 м<sup>3</sup>/га, межполивной период составил 17-20 дней. Поливы распределялись следующим образом: 1 – перед кущением, 2 – кущение, 3 – стеблевание, 4 – выметывание, 5 – цветение.

На варианте полив при влажности почвы 80% НВ было проведено: топинамбур – 6 поливов с оросительной нормой 4000 м<sup>3</sup>/га, борщевик Сосновского – 5 поливов с оросительной нормой 3200, сальфия пронзеннолистная – 5 поливов с оросительной нормой 3200, румекс К-1 – 3 полива с оросительной нормой 1600 м<sup>3</sup>/га, межполивной период составил 14-16 дней.

Максимальное суммарное водопотребление отмечено в варианте с поддержанием предполивного порога влажности почвы 80% НВ, в среднем за годы исследований топинамбур составил 5270 м<sup>3</sup>/га, борщевик Сосновского – 4200, сальфия пронзеннолистная – 4200, румекс К-1 – 2230 м<sup>3</sup>/га, где за вегетационный период было проведено 3-6 поливов оросительной нормой 1600-4000 м<sup>3</sup>/га. На этом варианте был получен наивысший урожай кормовых культур: топинамбур – 81,5 т/га, борщевик Сосновского – 83,3, сальфия пронзеннолистная – 45,7, румекс К-1 – 28,4 т/га.

На варианте с предполивной влажностью почвы не ниже 70% НВ, с уменьшением количества поливов до 2-5 отмечено незначительное снижение суммарного водопотребления: топинамбур 5130 м<sup>3</sup>/га, борщевик Сосновского – 4040, сальфия пронзеннолистная – 4020, румекс К-1 – 2020 м<sup>3</sup>/га. Урожайность зеленой массы кормовых культур была также высокой: топинамбур – 80,6 т/га, борщевик Сосновского – 82,6, сальфия пронзеннолистная – 42,8, румекс К-1 – 26,5 т/га.

Понижение порога влажности почвы до 60% НВ сопровождалось уменьшением водопотребления. Урожайность зеленой массы снизилась: топинамбур – 61,9 т/га, борщевик Сосновского – 73,8, сальфия пронзеннолистная – 39,1, румекс К-1 – 22,0 т/га.

### **Заключение**

Анализ показателей урожайности кормовых культур по вариантам показывает, что проведение различного количества поливов оказывает существенное (статистически достоверное) различие в урожайности между вариантами.

Целесообразным режимом орошения кормовых культур являются те варианты, где поливы проводились при нижнем пороге влажности почвы не ниже 70% НВ.

Анализ статей водного баланса опытного поля кормовых культур показывает, что для роста и развития растения используется в основном оросительная вода.

### **Литература**

- [1] Багров М.Н. Орошение полей / М.Н. Багров. – Волгоград: Нижневолжское кн. изд-во, 1965. – 253 с.
- [2] Запорожченко А.Л. Кукуруза на орошаемых землях / А.Л. Запорожченко. – М.: Колос, 1978. – 198 с.



THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР

Асемкулова Гульнара

КАЗАХСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Т. РЫСКУЛОВА,  
АЛМАТЫ, КАЗАХСТАН  
E- mail: [assemkulova@mail.ru](mailto:assemkulova@mail.ru)

## IRRIGATION REGIME AND WATER USAGE OF FORAGE CROPS

Gulnara Asemkulova

T. RYSKULOV KAZAKH ECONOMIC UNIVERSITY, ALMATY, KAZAKHSTAN

**Abstract:** The article presents data about the effect of irrigation regime on yield of unconventional forage crops under conditions of Almaty region. During the growing season the soil moisture under forage crops should be maintained at 70 % of field capacity.

**Keywords:** *Helianthus tuberosus* L., *Heracleum sosnowsky* Manden, *Silphium perfoliatum* L., *Rumex tianschanicus* Los., dynamics of soil moisture, irrigation regime.

### Введение

Создавая оптимальный водный режим и регулируя минеральное питание, можно поддерживать максимальный рост всех органов растения, управлять их продуктивностью. Перерывы в снабжении растений водой и пищей тормозят рост надземных и подземных органов, ограничивают продуктивность растений. Упущенные возможности роста нельзя наверстать в последующем (даже при самых благоприятных условиях) из-за ограниченности вегетационного периода (Кружилин, 1977). Поэтому своевременное проведение поливов – одно из обязательных условий рационального режима орошения.

Разработано несколько методов определения сроков проведения поливов сельскохозяйственных культур. Наиболее распространен и научно обоснован метод, основанный на предполивной влажности почвы. При этом главной задачей является правильное определение нижнего уровня увлажнения, достаточного для обеспечения высокого урожая. Однако существенным недостатком этого метода является большая трудоемкость,



так как он требует частого определения влажности почвы и специального лабораторного оборудования.

Существуют и косвенные методы определения сроков поливов. Так, О.У. Израильсен (1956), М.Ф. Лобов (1966), П.П. Языков (1966) и др. предлагают назначать сроки проведения поливов различных культур по изменению среднесуточных приростов стеблей.

Ряд исследователей предложили назначать поливы, используя биофизический метод, основанный на учете метеорологических факторов (Альпатыев А.М., 1954; Льгов, 1960; Штойко, 1971; Алпатыев С.М., 1974), в частности, суммы среднесуточных температур воздуха, относительной влажности, дефицита влажности воздуха и др. Неоспоримым преимуществом биофизических методов назначения поливов является то, что они позволяют оперативно оценивать мелиоративную обстановку и не требуют дополнительных затрат и специального лабораторного оборудования.

Все вышеуказанные и другие косвенные методы определения потребности растений в воде могут с успехом применяться в том случае, если в расчетах используются коэффициенты, установленные экспериментальным путем для конкретных условий.

### **Материалы и методы исследования**

Нами в течение 3-х лет в 2005–2007 годы проводились исследования на территории «Агроуниверситет» Енбекшиказахского района Алматинской области по вопросу выращивания нетрадиционных кормовых культур с целью определения сроков, способов и режима орошения в условиях лугово-каштановых почв.

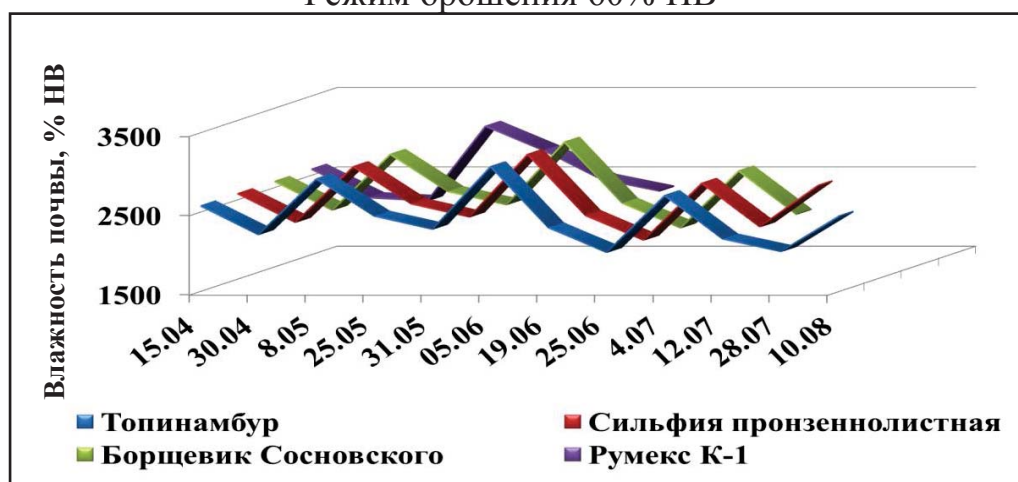
Полевые опыты по выращиванию кормовых культур проводились на поливном участке, в предгорно – сухостепной зоне. Почвы опытного участка представлены лугово – каштановыми почвами, содержание гумуса в пахотном горизонте составляет 3,2%, почвенный профиль не засолен. Изучались два срока посева нетрадиционных кормовых культур: ранневесенний – 15–19 апреля и весенний срок – 25–29 апреля. И три способа посева с шириной междурядий: 30, 45 и 60 см, а также три режима орошения с нормой полива 50%, 60% и 70% от предельно – полевой влагоемкости почвы.

### **Результаты исследования**

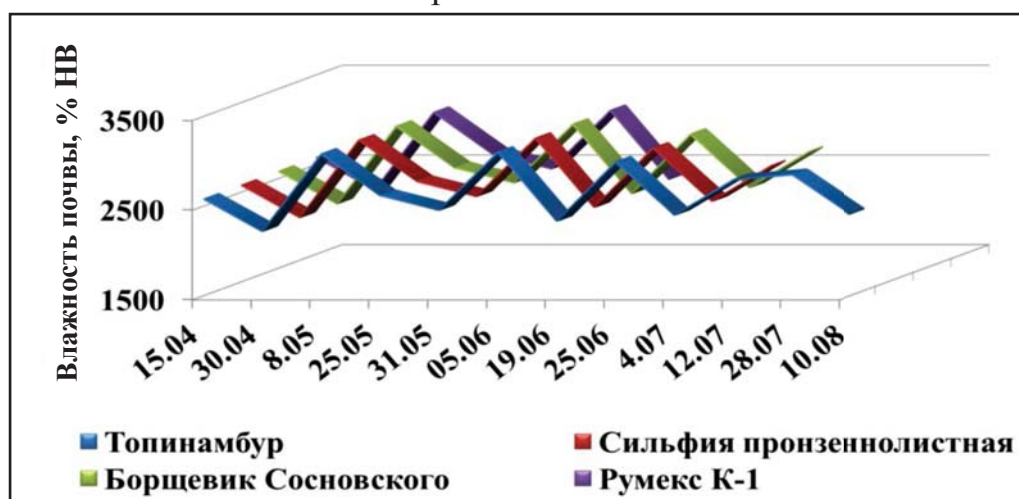
Количество поливов и их норма определялись заданными порогами влажности, а также метеорологическими условиями конкретного года. Характеристика климатических условий вегетационных периодов в годы исследований была рассмотрена во второй главе. В наших опытах годы исследований различались по метеорологическим условиям. В полевых исследованиях, проведенных нами на посевах поливаемых

кормовых культур, изменения влажности расчетного слоя почвы при различных предполивных порогах представлены на рисунках 1-3.

Режим орошения 60% НВ



Режим орошения 70% НВ



Режим орошения 80% НВ

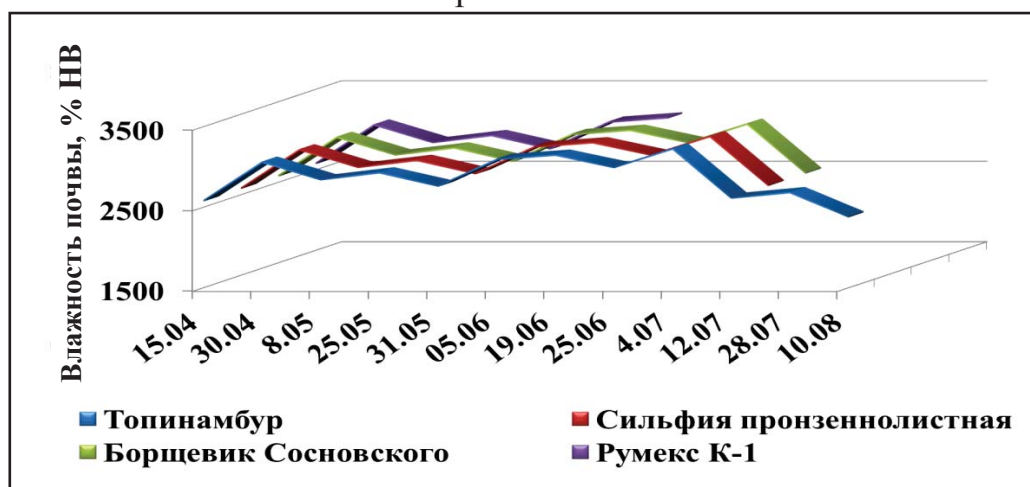
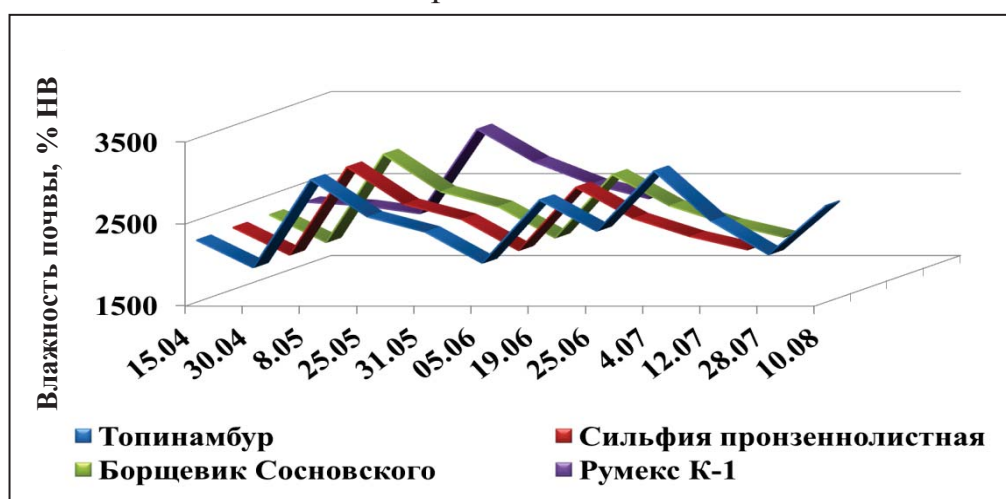
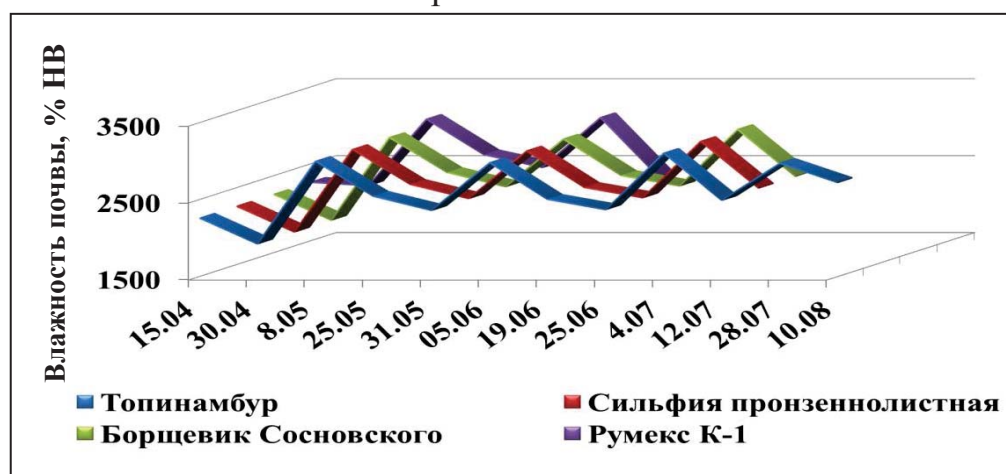


Рис.1. Динамика влажности активного слоя почвы в 2005 г.

### Режим орошения 60% НВ



### Режим орошения 70% НВ



### Режим орошения 80% НВ

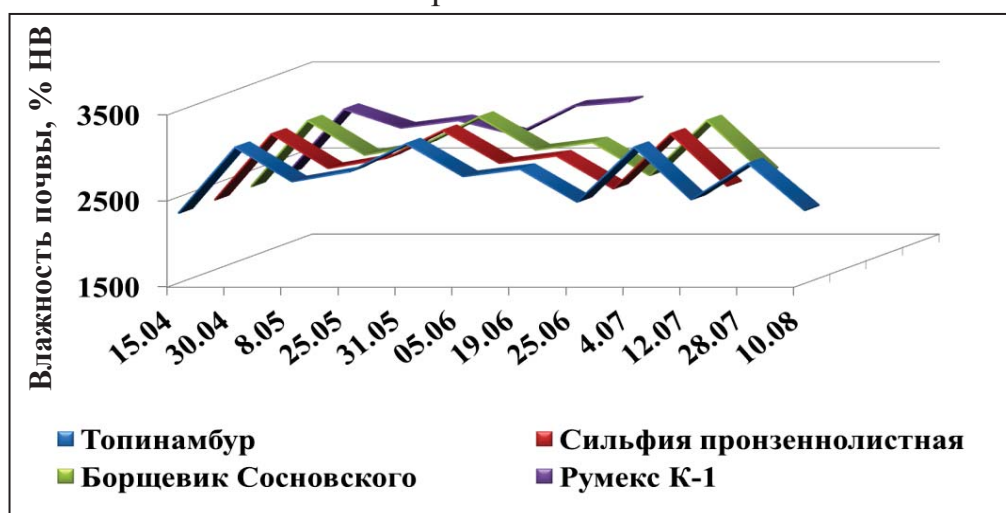
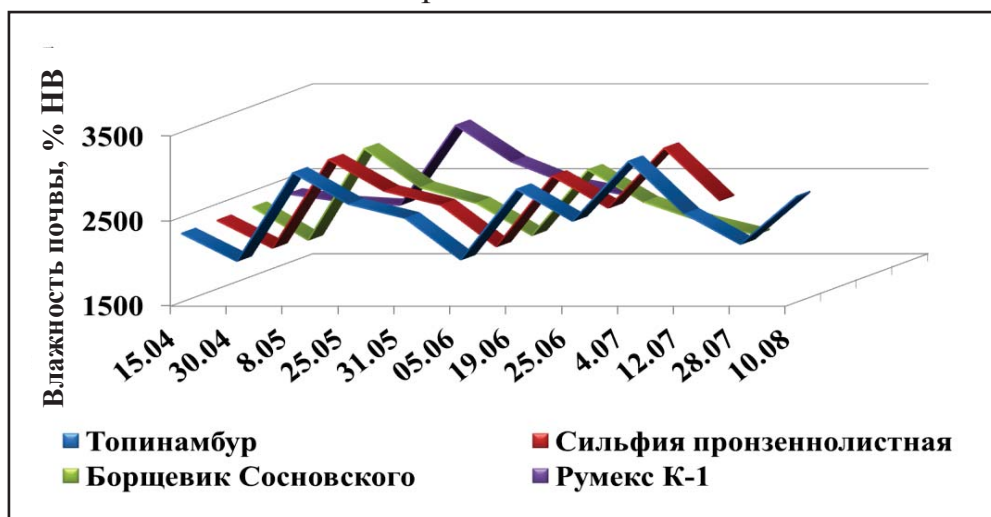
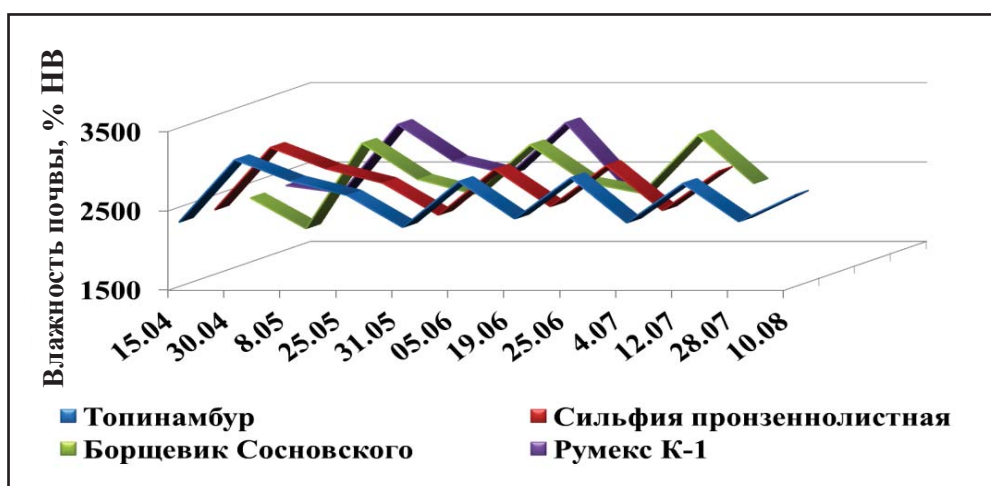


Рис.2. Динамика влажности активного слоя почвы в 2006 г.

### Режим орошения 60% НВ



### Режим орошения 70% НВ



### Режим орошения 80% НВ

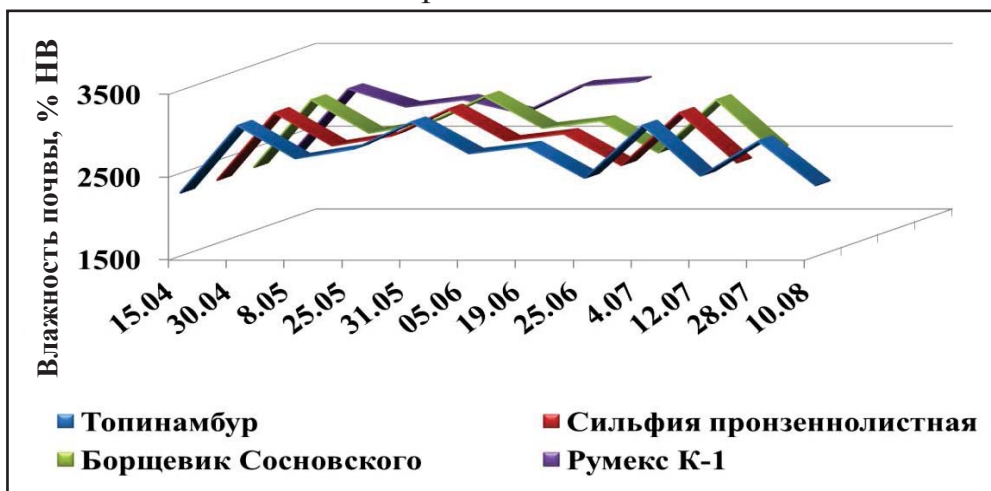


Рис.3. Динамика влажности активного слоя почвы в 2007 г.

Из данных следует, что на лугово-каштановых почвах вегетационным поливам принадлежит ведущая роль в получении высоких урожаев.

Анализ результатов опытов показал, что в разные годы исследований из-за различных гидротермических условий в период вегетации кормовых культур поддержание предполивной влажности на одном уровне обеспечивается различным числом и сроками проведения поливов.

Только за счет вегетационных поливов здесь можно создать необходимые условия водного режима, а следовательно, и другие необходимые факторы жизни – пищевой, воздушный. Соблюдение рационального режима орошения нетрадиционных культур позволяет наиболее полно использовать внесенные удобрения, поднять урожайность и эффективность труда поливальщика.

Анализ показал, что экономически не выгодно поддерживать влажность корнеобитаемого слоя почвы ниже 70% НВ, т.к. рост и развитие растений протекают при некотором водном дефиците. Поддерживать высокий порог влажности почвы 80% от НВ и выше нецелесообразно.

Так, на участке при предполивной влажности 80% от НВ увеличились в среднем за три года по сравнению с предыдущим участком число поливов, оросительная норма в среднем на 1600-4000 м<sup>3</sup>/га, урожайность – на 2-5 т/га.

Это говорит о том, что поддержание более высокой влажности корнеобитаемого слоя почвы приводит к нерациональному расходованию поливной воды на единицу урожая, увеличению затрат труда на проведение поливов и себестоимости продукции.

С увеличением оросительной нормы урожай нетрадиционных культур возрастает лишь до определенных пределов. Затем наступает период, когда дальнейшее увеличение оросительной воды повышает урожай незначительно или даже снижает его. Поэтому наряду с улучшением водоснабжения растений необходимо повышать уровень агротехники, способствующей улучшению воздушного и пищевого режима, вводить более рациональные севообороты и внедрять высокопродуктивные сорта, хорошо отзывавшиеся на орошение.

Таким образом, влажность корнеобитаемого слоя на лугово-каштановых почвах не должна снижаться ниже 70% НВ. Следовательно, растения непрерывно были обеспечены легкодоступной влагой. За легкодоступную влагу в наших исследованиях приняты ее запасы, находящиеся в почве в пределах между влажностью разрыва капилляров (ВРК) и 100% от НВ.

Для поддержания указанного порога влажности почвы необходимо в среднем за вегетационный период проводить для топинамбура – 5 поливов, борщевика Сосновского – 4 полива, сильфии пронзеннолистной – 4



полива, румекса К-1 – 2 полива. Число поливов обязательно должно корректироваться специалистами хозяйств с учетом сложившихся погодных условий года.

## **Заключение**

Влияние режима орошения на солевой режим почвогрунтов показал, что вегетационные поливы, не включающие промывную норму, существенного влияния на солевой режим почв в метровой толще не оказывают, они способствуют лишь незначительному перераспределению солей в верхних горизонтах, не увеличивая исходного их количества.

Рост и развитие корневой системы нетрадиционных культур тесно связаны с увлажнением всего метрового слоя почвы, т.к. их рост продолжается до конца вегетации. Наилучшее их развитие установлено на вариантах, где наименьшая влагоемкость корнеобитаемого слоя была на уровне 70% НВ.

## **Литература**

- [1] Алпатьев А.М. Влагооборот культурных растений / А.М. Алпатьев – М.: Гидрометеиздат, 1954. – 248 с.
- [2] Алпатьев С.М. Опыты использования биоклиматического метода расчета испарения при формировании эксплуатационного режима орошения / С.М. Алпатьев // Биологические основы орошаемого земледелия: сб. науч. тр. – М.: Наука, 1974. – С. 127-135.
- [3] Израильсен О.У. Теория и практика ирригации / О.У. Израильсен // пер. с англ. А.Л. Дмитриева – М.: Изд-во иностранной, 1956. – 350 с.
- [4] Кружилин А.С. Биологические особенности и продуктивность орошаемых культур / А.С. Кружилин. – М.: Колос, 1977. – 304 с.
- [5] Лобов М.Ф. Использование показателей динамики ростовых процессов для назначения очередных сроков поливов сельскохозяйственных культур / М.Ф. Лобов // Биологические основы орошаемого земледелия. – М.: Наука, 1966. – С. 238-243.
- [6] Льгов Г.К. Орошение сельскохозяйственных культур в предгорьях центральной части Северного Кавказа / Г.К. Льгов. – Нальчик, Кабардино-Балкарское книжное изд-во, 1960. – 228 с.
- [7] Штойко Д.А. Водопотребление и режим орошения сельскохозяйственных культур / Д.А. Штойко // Орошаемое земледелие на Украине. – Киев: Урожай, 1971. – С. 120-136.
- [8] Языков П.П. Определение рациональных сроков вегетационных поливов хлопчатника путем регулирования роста и среднесуточного прироста главного стебля / П.П. Языков // Биологические основы орошаемого земледелия. – М.: Наука, 1966. – С. 243-246.





THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА АЛМАТЫ ПО УРОВНЮ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

<sup>1</sup>Даулбаева Альмира, <sup>2</sup>Филипова Маргарита

<sup>1</sup>КАЗАХСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Т. РЫСКУЛОВА,  
АЛМАТЫ, КАЗАХСТАН

<sup>2</sup>РУСЕНСКИХ УНИВЕРСИТЕТ АНГЕЛ КЪНЧЕВ, РУСЕ, БОЛГАРИЯ  
E- mail [almira\\_geo@mail.ru](mailto:almira_geo@mail.ru)

## DIVISION INTO DISTRICTS TERRITORY CITY ALMATY DEPENDING UPON LEVEL ANTHROPOGENOUS INFLUENCE

<sup>1</sup> Almira Daulbayeva, <sup>2</sup> Margarita Filipova

<sup>1</sup>T. RYSKULOV KAZAKH ECONOMIC UNIVERSITY, ALMATY, KAZAKHSTAN

<sup>2</sup>BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES RUSE UNIVERSITY "ANGEL KANCHEV",  
RUSE, BULGARIA

**Abstract:** Is made division is city into districts on various sites, on degree the impurities calculated in values of IPA (index of pollution of the atmosphere). Is given the assessment of a condition of an ecological situation connected with economic activity of the large urbanized territory of the city of Almaty.

**Key words:** environmental risk, index atmosphere pollution, territory division into districts

### Введение

Проблема экологии городских территорий приобретает в настоящее время все большую актуальность. В результате хозяйственной деятельности человека в атмосфере появляется большое количество загрязняющих веществ и наиболее значительные изменения качества атмосферного воздуха наблюдаются в крупных городах [1].

Проблема загрязнения атмосферного воздуха — одна из наиболее острых экологических проблем города Алматы, так как основная часть населения проживает в районах, где концентрации загрязняющих веществ регулярно превышают предельно допустимые уровни [2].

Алматы относится к городам Казахстана с систематически многолетним высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха и

остается в числе наиболее экологически неблагоприятных городов республики [3].

### **Материалы и методы исследования**

Объектом исследования является состояние загрязнения воздушной среды г. Алматы основными загрязняющими веществами. Основными методами исследования выбраны физико-статистический, сравнительно - аналитический, математическая обработка эмпирических данных.

В зависимости от загруженности участка улицы разными видами автотранспорта, расположения промышленных предприятий, источников теплосети, магистральных улиц, рельефом территории и т.д. выделены стационарные точки наблюдения города.

В качестве исходных данных использовались метеорологические материалы данные по загрязнению атмосферного воздуха города Алматы за 2009 -2011г.г. постов наблюдения № 1, 12, 16, 25, 26. Также в работу вошли данные наблюдений концентраций по 5 антропогенным примесям (пыли, оксида углерода, диоксида азота, сернистого ангидрида, формальдегида).

### **Результаты исследования**

Известно, что загрязнение атмосферы неодинаково в разное время года и в различные периоды по-разному проявляется действие основных климатообразующих факторов. В зависимости от сезона меняется количественный и качественный состав вредных веществ в атмосфере.

Так были рассмотрены фактические данные загрязнения атмосферного воздуха по постам города, где проводились наблюдения, за период 2009-2011 гг. Для количественной характеристики уровня загрязнения атмосферы приоритетными веществами, в целом по городу использовался комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) [4].

Диаграммы рассчитанных значений ИЗА по сезонам года и на различных участках города приведены на рисунках (1- 4).

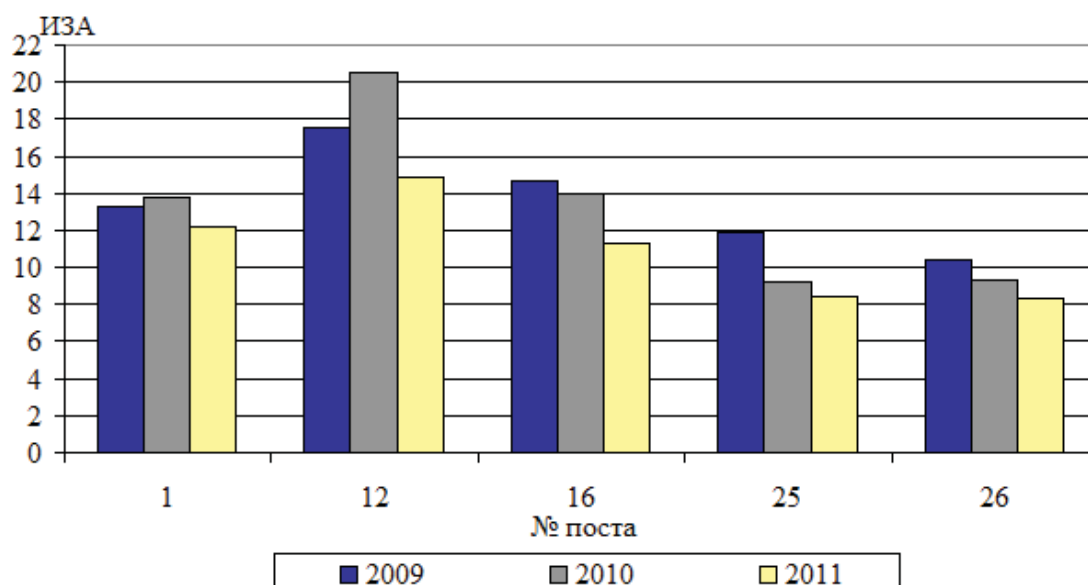


Рисунок 1 - Рассчитанные значения ИЗА приоритетными веществами (взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, формальдегид), за зимний период 2009-2011 гг.

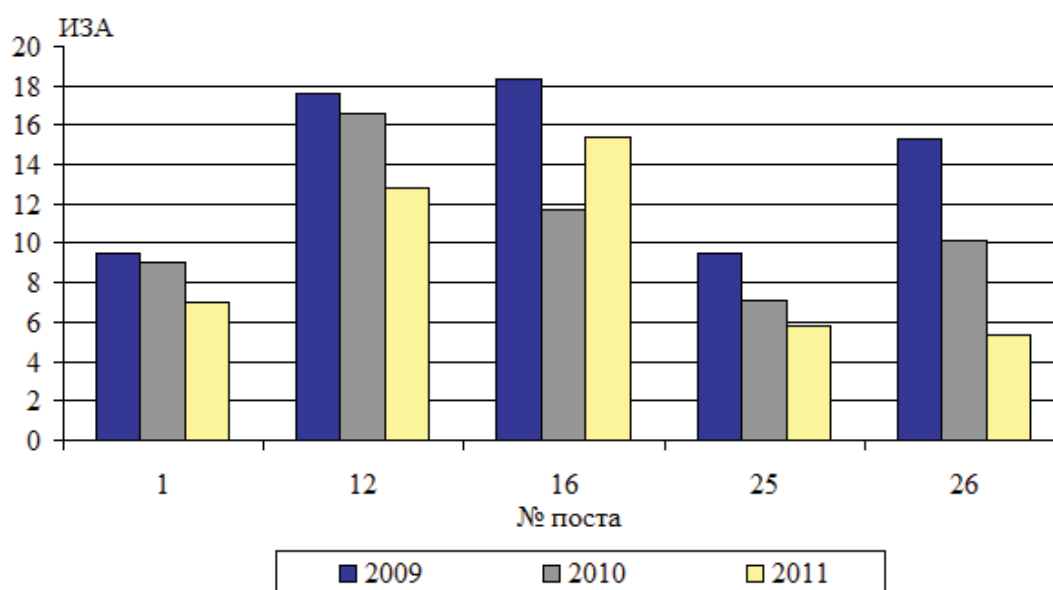


Рисунок 2 - Рассчитанные значения ИЗА приоритетными веществами (взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, формальдегид), за весенний период 2009-2011 гг.

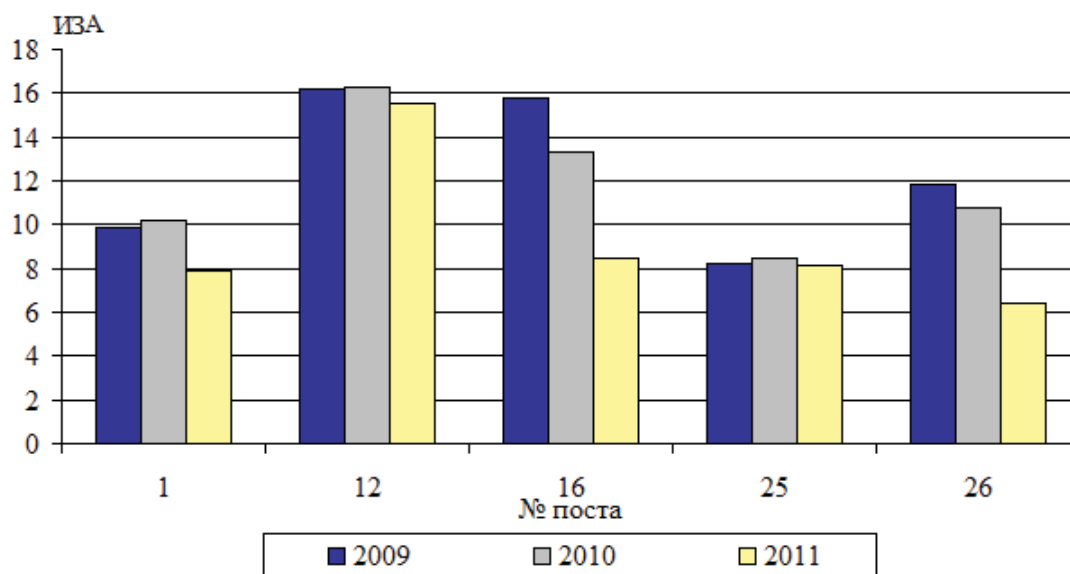


Рисунок 3 - Рассчитанные значения ИЗА приоритетными веществами (взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, формальдегид), за летний период 2009-2011гг.

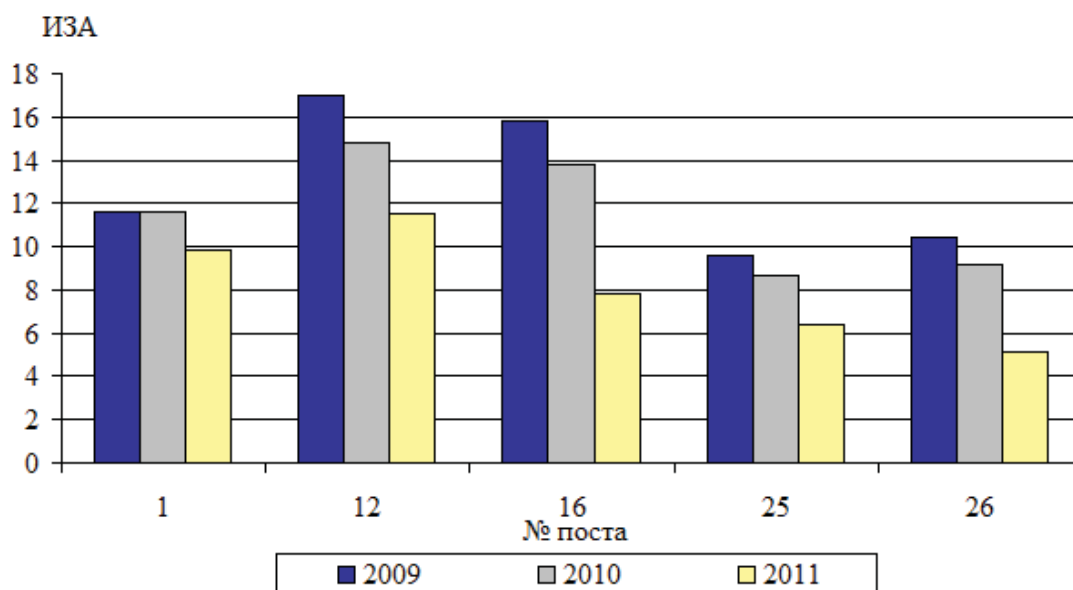


Рисунок 4 - Рассчитанные значения ИЗА приоритетными веществами (взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, формальдегид), за осенний период 2009-2011гг.

Из рисунков видно, что уровень ИЗА в основном на всех участках города понижается из года в год, самый низкий уровень загрязнения прослеживается в летний период, а самый высокий в зимний. Кроме того, участок, выделяющий с повышенным ИЗА приходится на пост №12 во все

сезоны года. И если в весенний и осенний периоды идет значительное понижение уровня загрязнения из года в год, то в летний период это понижение незначительное, в зимние же время ИЗА в 2010г. составил 20,5 - это самый высокий показатель.

Это объясняется, тем, что этот район находится в центральной части города, где высокая транспортная активность, хотя действующих предприятий меньше, свой вклад в уровень загрязнения вносит - ТЭЦ-1.

Также высокий уровень загрязнения обозначен на посту №16, приходящийся на весенний период. Такую ситуацию можно объяснить следующим образом, во-первых, Жетысуйский район находится в северной части города, где в силу орографических условий, дольше застаивается загрязненный воздух, во-вторых, здесь больше всего действующих предприятий - 3315 по показаниям на 2008г. (таблица 1). Кроме того, в этом районе расположены такие промышленные гиганты как: ТОО Алматинская мебельная фабрика, ОАО Поршень - Алматинский завод, ОАО Машиностроительный завод им. С. М. Кирова, АО Станкостроительный завод и др. менее крупные. Следовательно, и объем выбросов больше – 8116т/тонн в год (таблица 2).

Более благополучным в этом плане, можно назвать Ауэзовский район с постом № 25, где ИЗА в зимний период понизился к 2011 до 8,4, а в весенний период до 5,8 ИЗА. Этот факт связан с тем, что район находится в западной части города, где продуваемость ветром значительно выше, а также тем, что здесь нет крупных промышленных предприятий, кроме АХБК (Алматинский хлопчатобумажный комбинат), и то на половину сократил объемы выпуска продукции, т.к., большая часть территории была отдана под гипермаркет «Армада».

Ниже приведены данные состояния воздушного бассейна на основе отчетных данных Агентства РК по статистике и департамента статистики г.Алматы (таблица 2) [5].

Таблица 1 - Данные по источникам выбросов загрязняющих веществ по районам г. Алматы

| Наименование       | Количество источников загрязняющих веществ по годам |       |       |       |       |
|--------------------|-----------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                    | 2004                                                | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  |
| Всего по г. Алматы | 11652                                               | 13782 | 14732 | 15485 | 14922 |
| Алатауский район   | -                                                   | -     | -     | -     | 383   |
| Алмалинский        | 2265                                                | 2435  | 2649  | 2544  | 2596  |
| Ауэзовский         | 1442                                                | 1807  | 1845  | 2043  | 1609  |
| Бостандыкский      | 1729                                                | 1982  | 2049  | 2126  | 2096  |
| Жетысуйский        | 2338                                                | 2821  | 3232  | 3412  | 3315  |
| Медеуский          | 1613                                                | 2009  | 2152  | 2126  | 1927  |
| Турксибский        | 2265                                                | 2728  | 2805  | 3234  | 2996  |

Из таблицы видно, что основное количество источников загрязнения приходится на Жетысуйский район – 3315, это 22% от всех источников. За ним лидирует Турксибский район – 2996, что составляет 20% и Алмалинский район – 2596, что составляет 17%. При этом видно из представленных данных в таблице, наблюдается неизменный рост источников загрязнения с 2004 года по 2008 год, по всем районам города.

Анализ представленных данных (таблица 2) показывает, что в 2008 году большая часть выбросов приходится на Жетысуйский (59%) и на Турксибский (18%) районы [5]. Как раз на тех территориях города, где имеется большее число предприятий. На территории Жетысуйского района находится основной загрязнитель ТЭЦ-1, кроме этого ряд других предприятий дающих весомый вклад в общее загрязнение атмосферного воздуха. Кроме того, в этом районе очень интенсивная транспортная нагрузка.

Таблица 2 - Выбросы загрязняющих веществ по районам г. Алматы

| Наименование       | Выбросы загрязняющих веществ по годам |       |       |       |       |
|--------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                    | 2004                                  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  |
| Всего по г. Алматы | 12588                                 | 15461 | 15059 | 15068 | 13864 |
| Алатауский район   | -                                     | -     | -     | -     | 69    |
| Алмалинский        | 821                                   | 989   | 983   | 507   | 512   |
| Ауэзовский         | 281                                   | 381   | 380   | 838   | 1015  |
| Бостандыкский      | 3                                     | 358   | 498   | 824   | 756   |
| Жетысуйский        | 569                                   | 676   | 733   | 9508  | 8116  |
| Медеуский          | 8646                                  | 10938 | 10401 | 808   | 854   |
| Турксибский        | 1959                                  | 2119  | 2064  | 2582  | 2542  |

В Турксибском районе так же находится значительное количество предприятий выбросы, которых достигают 2542 тонн загрязняющих веществ. Кроме того, район находится в северной части города Алматы, где в силу особых метеорологических условий, накапливается большое количество загрязняющих веществ. Так же наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха г. Алматы вносит комплекс ТЭЦ-2, располагающийся вблизи западной границы города Алматы, и с ветрами западной составляющей, несут загрязняющие вещества в северные части города.

На Ауэзовский район приходится меньшее число предприятий, чем на Алмалинский, но тем не менее по загрязненности Ауэзовский район занимает третье место и составляет 1015 тонн загрязняющих веществ за 2008 год. Это связано с тем, что Ауэзовский район считается спальным районом, где у жителей на душу населения приходится большее



количество автомобилей, которые и являются основным источником загрязнения атмосферного воздуха.

### **Заключение**

В результате выявлено, что участок, с повышенным ИЗА приходится на пост №12 во все сезоны года. И если в весенний и осенний периоды идет значительное понижение уровня загрязнения из года в год, то в летний период это понижение незначительное. В зимние же время ИЗА в 2010г. составил 20,5 - это самый высокий показатель. Это объясняется, тем, что этот район находится в центральной части города, где высокая транспортная активность, хотя действующих предприятий меньше, но свой существенный вклад вносит ТЭЦ-1. Также высокий уровень загрязнения обозначен на посту №16, приходящийся на весенний период.

Более благополучным в этом плане, можно назвать Ауэзовский район с постом № 25, где ИЗА в зимний период понизился к 2011 до 8,4, а в весенний период до 5,8 ИЗА. Этот факт связан с тем, что район находится в западной части города, где продуваемость ветром значительно выше, а также тем, что здесь нет крупных промышленных предприятий, кроме АХБК.

### **Литература**

- [1] Новиков Ю. В., Зарубин Г. П. Гигиена города. - М.: Медицина, 1986. - 272 с.
- [2] Арыстанбекова Н.Х. Моделирование загрязнения воздушного бассейна города Алматы. - Алматы: Дайк-Пресс, 2011. -178 с.
- [3] Комплексная программа по снижению загрязнения окружающей среды города Алматы на 2009-2018 годы.: Утверждена Решением XVII-й сессии Маслихата города Алматы IV-го созыва от 24.04.2009. № 187. - Алматы, 2009.
- [4] Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2010 г // Министерство охраны окружающей среды Республики Казахстан, Казгидромет. – Алматы, 2010.
- [5] Данные управления статистики по г.Алматы о состоянии воздушного бассейна на основе отчетных данных Агентства РК по статистике и департамента статистики г.Алматы. – Алматы, 2008.



THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## **ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ АЗОТНЫХ И ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ И СРОКОВ ПОСЕВА НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ ГИБРИДОВ СОРГО В УСЛОВИЯХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ СЕВЕРО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ**

*Тамара Ф. Персикова, Екатерина А. Блохина*

*БЕЛАРУСЬ, МОГИЛЕВСКАЯ ОБЛ., Г. ГОРКИ, УЛ. МИЧУРИНА, 5, ИНД. 213410*

## **EFFECT OF DIFFERENT DOSES OF NITROGEN AND PHOSPHORUS FERTILIZERS AND SOWING DATE ON YIELD AND QUALITY OF GREEN MASS OF SORGHUM HYBRIDS UNDER SOD-PODZOLIC SOILS OF THE NORTH-EAST OF BELARUS.**

**Tamara Persikova, Ekaterina Blohina**

**ABSTRACT.** The article presents the results of the effect of planting dates and doses introduced nitrogen and phosphorus fertilizers on yield and quality of green mass of sweet sorghum hybrids and grain under the sod-podzolic loam soils north-eastern Belarus. Optimal time for planting sorghum is the first decade of June and fertilization in a dose N80P60K180. Sorghum grain is recommended to sow into the second decade of June and make N80P40K180.

**KEY WORDS.** Sorghum, grain sorghum, nitrogen, phosphorus, planting dates, protein, fat, fiber, exchange energy.

Увеличение производства сельскохозяйственной продукции является одной из важнейших социально-экономических задач развития страны. Особого внимания требует развитие животноводства, рост продуктивности которого невозможен без укрепления кормовой базы. Для этого необходимо возделывать такие кормовые культуры, которые обеспечивают высокую продуктивность и получение дешевых высококачественных кормов. Кроме того, потепление климата на планете обуславливает также необходимость использования для производства кормов новых засухоустойчивых культур и корректировку структуры посевных площадей. К числу наиболее интересных растений универсального использования многие ученые отно-

сят сорговые культуры (сорго сахарное и зерновое). Они могут занять достойное место среди полевых культур на полях Республики Беларусь благодаря своим биологическим особенностям: засухоустойчивость и относительно невысокая требовательность к почвенному плодородию, высокая экологическая пластичность, универсальность и многогранность использования [9]. К сахарному сорго относится большое число разновидностей, характеризующихся тем, что у них в соке стебля содержится от 10 до 20% и более сахаров. В природе не существует другого растения, которое могло бы так быстро синтезировать сахарозу [8]. Сорго формирует высокие и стабильные урожаи кормовой массы, которую в одинаковой мере можно использовать для приготовления сенажа, на зеленую массу, подкормку и выпас [1].

В Венгрии при изучении способов обработки почвы и доз азотных и калийных удобрений максимальная урожайность сорго сахарного получена при вспашке и внесении  $N_{100}K_0$  (561,1 ц/га) и  $N_{100}K_{80}$  (463,5 ц/га) [13].

При подсеве в природную дернину Дагестана урожайность зеленой массы сорго сахарного составила 190,0 ц/га, содержание протеина в зеленой массе – 4,5%, клетчатки – 30,9%, обменной энергии – 7,3 МДж/кг сухого вещества [5].

При высеве сорго сахарного в условиях Нижнего Поволжья получен урожай зеленой массы сорта Капитал 280 ц/га [2].

При возделывании в широкорядном посеве (45 см) сорго сахарного Славянское приусадебное в условиях Центрально-Черноземного региона России в 2007-2010 гг. получено в среднем 894,0 ц/га зеленой массы [7].

В опытах на суглинистых почвах центральной части Беларуси сорго сахарное при внесении  $N_{60-90}P_{60}K_{90}$  обеспечило урожайность в фазе 7-8 листьев 488-514 ц/га зеленой массы, 61,6-65,2 ц/га сухого вещества, в фазе выметывания – 627-672 ц/га и 116-121 ц/га соответственно [3].

По данным В. Н. Шлапунова [10] урожай сорго сахарного в условиях Гомельской области достигает 550-880 ц/га, а в отдельные годы более 1100 ц/га зеленой массы и более 300 ц/га сухого вещества.

В результате исследований Р. К. Янкелевич в Гродненской области при широкорядном посеве (45 см) на фоне минеральных удобрений  $P_{40}K_{60} + N_{90}$  получен урожай зеленой массы сорго сахарного Порумбень 4 равный 397 ц/га [12].

В опытах института земледелия и кормов урожайность сорговых культур (сорго сахарного, сорго-суданкового гибрида, суданской травы) составила перед выметыванием 322-427 ц/га зеленой массы [11].

Однако, несмотря на относительно большие возможности сорговых культур в создании устойчивой кормовой базы, в силу их требовательности к температурному режиму ареал распространения данных культур в Беларуси ограничивается южными регионами республики [4]. Основной

причиной, сдерживающей возделывание данных культур, является недостаточная изученность агротехники их возделывания.

Целью наших исследований являлось изучение влияния условий питания и сроков посева на урожайность и качество зеленой массы гибридами сорго сахарного и зернового в условиях дерново-подзолистых легкосуглинистых почв северо-востока Беларуси.

#### **Методы исследования**

Исследования проводились в 2012-2013 гг. на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА». Почва опытных участков дерново-подзолистая типичная, легкосуглинистая, развивающаяся на легком пылеватом лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 120 см моренным суглинком. Агрохимические показатели пахотного горизонта почвы до закладки опыта следующие: гумус – 165-1,67%;  $pH_{KCl}$  – 6,4-6,5;  $P_2O_5$  – 181-190;  $K_2O$  – 185-195;  $Cu$  – 2,75-2,81;  $Zn$  – 1,85-1,90 мг/кг почвы. Почва среднеокультуренная (индекс окультуренности 0,7).

В качестве объекта исследований использовались гибриды сорго сахарного Славянское приусадебное и зернового Славянское поле 102. Семена репродукции  $F_1$ , урожая 2011 и 2012 гг., приобретены во ВНИИ сорго и сои «Славянское поле», г. Ростов-на-Дону.

**Славянское приусадебное.** Среднеспелый. Выметывание позднее. Вегетационный период 120-125 дней. Высота растений 190-220 см. Сочностебельный. Содержание сахара в соке в фазу восковой спелости зерна до 18%, в фазу выхода в трубку – начало выметывания до 12-14%. Масса 1000 зерен 21,8-28,0 г.

**Славянское поле 102.** Раннеспелый гибрид. Вегетационный период 98-104 дня. Растение высотой 120-180 см, хорошо облиственное. Зерно крупное с массой 1000 зерен до 33 г.

Агротехника возделывания общепринятая для зерновых культур [6]. Минеральные удобрения внесены согласно схемы опыта. Она предусматривает изучение влияния доз азотных (60, 80, 100 кг/га д.в.) и фосфорных (40 и 60 кг/га д.в.) удобрений на урожайность и качество зеленой массы сорго сахарного и зернового при различных сроках сева. Доза калийных удобрений составила 180 кг/га д. в. В опытах использовали карбамид (46% N), аммофос (10% N, 46%  $P_2O_5$ ), хлористый калий (KCl).

Посев сорго осуществляли навесной сеялкой «RAU Airsem» с шириной захвата 3 м в агрегате с трактором МТЗ-1523. Сев проводили чересрядным способом (ширина междурядий 30 см), глубина заделки семян 4 см. Норма высева – 14 кг/га. После посева до всходов культуры проведено опрыскивание почвы гербицидом Прометрекс Фло в дозе 1,5 л/га.

Посев сорго проводился в первую (01.06.) и вторую (11.06.) декады июня и в первую (01.07.) декаду июля. К уборке растения сорго первого срока сева достигли фазы цветения, второго срока – фазы выметывания,

третьего срока – фазы выхода в трубку. Уборка посевов проводилась комбайном «Полесье-3000».

Статистическая обработка результатов исследований проводилась методом дисперсионного анализа на ЭВМ.

Годы проведения исследований отличались по метеорологическим условиям: 2012 г. был избыточно влажным, теплым (ГТК составил 2,4); 2013 г. – теплым и с достаточным увлажнением (ГТК=1,0), однако распределение осадков в течение вегетационного периода 2013 г. было крайне неравномерным (несколько недостаточным в июне, избыточным в июле).

Таблица 1 – Влияние условий питания и сроков посева на урожайность зеленой массы, ее качество и содержание обменной энергии в сухом веществе гибридов сорго сахарного Славянское приусадебное и сорго зернового Славянское поле 102 (СП102) (среднее за 2012-2013 гг)

| Вариант                                           | Гибрид       | Урожайность<br>зеленой мас-<br>сы, ц/га | Биохимический состав, % на сух. в-во |              |                    | Обменная<br>энергия,<br>МДж/кг сух.<br>в-ва |
|---------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|--------------|--------------------|---------------------------------------------|
|                                                   |              |                                         | Сырой<br>протеин                     | Сырой<br>жир | Сырая<br>клетчатка |                                             |
| Первая декада июня                                |              |                                         |                                      |              |                    |                                             |
| Контроль                                          | Слав. приус. | 469,8                                   | 9,06                                 | 1,26         | 26,47              | 10,202                                      |
|                                                   | СП102        | 288,0                                   | 4,13                                 | 1,19         | 23,76              | 10,215                                      |
| N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>180</sub>  | Слав. приус. | 540,5                                   | 9,84                                 | 1,74         | 25,40              | 10,196                                      |
|                                                   | СП102        | 603,4                                   | 4,88                                 | 2,24         | 24,71              | 10,185                                      |
| N <sub>80</sub> P <sub>40</sub> K <sub>180</sub>  | Слав. приус. | 549,6                                   | 10,97                                | 1,87         | 28,41              | 10,204                                      |
|                                                   | СП102        | 564,2                                   | 8,44                                 | 2,62         | 23,51              | 10,171                                      |
| N <sub>100</sub> P <sub>40</sub> K <sub>180</sub> | Слав. приус. | 530,5                                   | 10,91                                | 1,54         | 26,58              | 10,208                                      |
|                                                   | СП102        | 585,9                                   | 6,81                                 | 1,69         | 22,78              | 10,155                                      |
| N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>180</sub>  | Слав. приус. | 546,3                                   | 10,84                                | 1,15         | 28,20              | 10,210                                      |
|                                                   | СП102        | 533,4                                   | 5,75                                 | 1,46         | 23,08              | 10,175                                      |
| N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>180</sub>  | Слав. приус. | 634,4                                   | 10,72                                | 1,49         | 28,29              | 10,186                                      |
|                                                   | СП102        | 543,7                                   | 7,63                                 | 1,98         | 25,02              | 10,169                                      |
| N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>180</sub> | Слав. приус. | 533,0                                   | 12,66                                | 1,41         | 28,23              | 10,178                                      |
|                                                   | СП102        | 557,3                                   | 5,25                                 | 1,51         | 27,88              | 10,160                                      |
| HCP <sub>0,05</sub>                               |              | 35,97                                   | 1,054                                | 0,249        | 1,497              |                                             |
| Вторая декада июня                                |              |                                         |                                      |              |                    |                                             |
| Контроль                                          | Слав. приус. | 391,4                                   | 8,28                                 | 1,39         | 28,58              | 10,213                                      |
|                                                   | СП102        | 302,9                                   | 7,56                                 | 1,15         | 24,08              | 10,203                                      |
| N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>180</sub>  | Слав. приус. | 510,0                                   | 9,84                                 | 1,36         | 25,76              | 10,198                                      |
|                                                   | СП102        | 656,4                                   | 10,10                                | 1,30         | 22,96              | 10,185                                      |
| N <sub>80</sub> P <sub>40</sub> K <sub>180</sub>  | Слав. приус. | 632,6                                   | 11,25                                | 2,12         | 27,74              | 10,205                                      |
|                                                   | СП102        | 828,5                                   | 10,81                                | 1,21         | 21,67              | 10,169                                      |
| N <sub>100</sub> P <sub>40</sub> K <sub>180</sub> | Слав. приус. | 530,8                                   | 11,78                                | 1,43         | 26,19              | 10,181                                      |
|                                                   | СП102        | 794,7                                   | 10,19                                | 1,23         | 21,67              | 10,154                                      |
| N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>180</sub>  | Слав. приус. | 533,5                                   | 11,28                                | 1,16         | 25,65              | 10,200                                      |
|                                                   | СП102        | 627,2                                   | 7,75                                 | 1,92         | 25,11              | 10,172                                      |
| N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>180</sub>  | Слав. приус. | 571,5                                   | 10,44                                | 1,97         | 28,99              | 10,195                                      |
|                                                   | СП102        | 728,5                                   | 8,56                                 | 1,08         | 25,80              | 10,163                                      |
| N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>180</sub> | Слав. приус. | 613,8                                   | 11,50                                | 1,73         | 28,11              | 10,172                                      |
|                                                   | СП102        | 666,4                                   | 9,56                                 | 1,64         | 27,47              | 10,152                                      |



|                                                   |              |       |       |       |       |        |
|---------------------------------------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| НСР <sub>0,05</sub>                               |              | 43,64 | 0,946 | 0,221 | 1,146 |        |
| Первая декада июля                                |              |       |       |       |       |        |
| Контроль                                          | Слав. приус. | 373,9 | 8,16  | 1,46  | 26,92 | 10,314 |
|                                                   | СП102        | 116,0 | 5,38  | 1,21  | 28,61 | 10,280 |
| N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>180</sub>  | Слав. приус. | 496,5 | 8,56  | 1,56  | 26,24 | 10,300 |
|                                                   | СП102        | 189,2 | 9,88  | 1,03  | 28,76 | 10,248 |
| N <sub>80</sub> P <sub>40</sub> K <sub>180</sub>  | Слав. приус. | 560,0 | 9,47  | 1,20  | 26,82 | 10,324 |
|                                                   | СП102        | 181,7 | 9,13  | 1,24  | 26,41 | 10,245 |
| N <sub>100</sub> P <sub>40</sub> K <sub>180</sub> | Слав. приус. | 532,4 | 9,28  | 1,40  | 25,62 | 10,350 |
|                                                   | СП102        | 200,4 | 9,69  | 1,03  | 25,08 | 10,238 |
| N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>180</sub>  | Слав. приус. | 492,8 | 9,09  | 1,63  | 29,20 | 10,355 |
|                                                   | СП102        | 176,4 | 9,50  | 1,48  | 26,00 | 10,247 |
| N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>180</sub>  | Слав. приус. | 558,8 | 9,22  | 1,79  | 28,27 | 10,388 |
|                                                   | СП102        | 176,9 | 8,00  | 0,81  | 26,96 | 10,233 |
| N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>180</sub> | Слав. приус. | 559,2 | 9,59  | 1,82  | 26,27 | 10,346 |
|                                                   | СП102        | 182,7 | 13,50 | 0,89  | 24,91 | 10,224 |
| НСР <sub>0,05</sub>                               |              | 39,57 | 0,731 | 0,287 | 1,034 |        |

При посеве в первую декаду июня без применения удобрений гибрид Славянское приусадебное сформировал урожайность зеленой массы 469,8 ц/га, что в 1,6 раза выше в сравнении с гибридом Славянское поле 102 (288,0 ц/га). Прибавка урожайности зеленой массы гибридов сорго в зависимости от условий питания колебалась у сорго сахарного от 60,7 до 164,6 ц/га, у зернового – от 245,4 до 315,4 ц/га. Следует отметить, что внесение N<sub>80</sub>P<sub>60</sub>K<sub>180</sub> было оптимальным для гибрида Славянское приусадебное в этот срок сева, так как получена урожайность 634,4 ц/га. У гибрида Славянское поле 102 максимальная урожайность (603,4 ц/га) была получена при внесении N<sub>60</sub>P<sub>40</sub>K<sub>180</sub>.

Во вторую декаду июня в контрольном варианте у гибрида сорго сахарного отмечена урожайность зеленой массы 391,4 ц/га, что в 1,2 раза ниже, чем в посевах первой декады июня. У гибрида сорго зернового без внесения удобрений урожайность составила 302,9 ц/га (на 14,9 ц/га больше, чем при более раннем сроке посева). Оптимальные условия питания для обоих гибридов – N<sub>80</sub>P<sub>40</sub>K<sub>180</sub> (Славянское приусадебное – 632,6 ц/га, Славянское поле 102 – 828,5 ц/га). В целом, урожайность гибрида сорго сахарного в посевах второго срока была несколько ниже (в среднем в 1,01 раза), чем в посевах первого срока. Для гибрида сорго зернового вторая декада июня была более благоприятной для посева (в среднем урожайность зеленой массы выше в 1,25 раза). Достаточное количество тепла, влаги и оптимальные условия питания обеспечили интенсивный рост и развитие сорго зернового. Отсутствие повышения урожайности сорго сахарного при посеве во вторую декаду июня объясняется биологическими особенностями семян гибрида Славянское приусадебное. А именно: способностью прорасти и давать дружные всходы при более низких температурах (7,9-8,3°C). Эта особенность является благоприятной в климатиче-



ских условиях Беларуси, поскольку позволяет проводить посев сахарного сорго в более ранние сроки, чем зернового.

В посевах первой декады июля урожайность зеленой массы сорго сахарного была в среднем в 1,06 раза ниже, чем в посевах первой и второй декады июня. У гибрида сорго зернового этот показатель был ниже в среднем в 3,0-3,8 раза в сравнении с первой и второй декадой июня. Растения гибрида Славянское поле 102 при понижении температуры воздуха в ночное время в августе-сентябре замедлили вегетацию, что отрицательно сказалось на урожайности посевов третьего срока. Растения сорго сахарного оказались более приспособленными к ухудшению условий вегетационного периода. При посеве в первую декаду июля гибрид Славянское приусадебное без применения удобрений продуктивность сорго сахарного была в 3,2 раза выше в сравнении с сорго зерновым (373,9 и 116,0 ц/га соответственно). Для гибрида Славянское приусадебное внесение  $N_{80}P_{40}K_{180}$  было оптимальным в этот срок сева, так как получена урожайность 560,0 ц/га. У гибрида Славянское поле 102 максимальная урожайность отмечена при внесении  $N_{60}P_{40}K_{180}$  – 189,2 ц/га.

Таким образом, для почвенно-климатических условий северо-востока Беларуси вторая декада июня является более благоприятной для посева сорго зернового на зеленую массу. Посев сорго сахарного предпочтительнее проводить в первую декаду июня, однако при более позднем сроке посева урожайность зеленой массы снижается незначительно. Посевы сорго первой декады июля можно использовать в качестве пожнивных.

Растения состоят из воды и сухого вещества, представленного органическими и минеральными соединениями. Сухое вещество растений на 90-95% представлено органическими соединениями: белками и другими азотистыми веществами, жирами, крахмалом, сахарами, клетчаткой, пектиновыми веществами, содержание которых определяет качество урожая [3].

Белки различных сельскохозяйственных культур неравноценны по аминокислотному составу, растворимости и перевариваемости. Поэтому качество растениеводческой продукции оценивается не только по количеству, но и по усвояемости и полноценности белков. Для оценки качества растениеводческой продукции часто пользуются показателем «сырой протеин», который выражает сумму всех азотистых соединений (белковых и небелковых).

Жиры и жироподобные вещества (липиды) служат структурными компонентами цитоплазмы растительных клеток. Их количество обычно небольшое – 0,5-1% сырой массы растений [3].

Углеводы представлены в растениях сахарами (моносахаридами и олигосахаридами) и полисахаридами (крахмалом, клетчаткой и пектинами). Клетчатка, или целлюлоза, – основной компонент клеточных стенок. В вегетативных органах растений на нее приходится от 25 до 40% сухой

массы. Высокое содержание клетчатки снижает кормовую ценность сена, травы, силоса и т. д.

На количество и качество органических веществ в растениях большое влияние оказывают условия их питания. Достаточное азотное питание увеличивает образование белков и аминокислот в растениях. Фосфорные и калийные удобрения способствуют накоплению углеводов – сахара, крахмала, клетчатки и жиров [3].

В посевах первой декады июня зеленая масса с высокими показателями качества у гибрида сорго сахарного была получена при внесении  $N_{80}P_{60}K_{180}$  (сырой протеин – 10,72%, сырой жир – 1,49%, сырая клетчатка – 28,29%, содержание обменной энергии – 10,186 МДж/кг сухого вещества), у гибрида сорго зернового – при внесении  $N_{80}P_{40}K_{180}$  (сырой протеин – 8,44%, сырой жир – 2,62%, сырая клетчатка – 23,51%, содержание обменной энергии – 10,155 МДж/кг сухого вещества). В посевах второй декады июня зеленая масса лучшего качества у гибрида Славянское приусадебное была получена на фоне  $N_{80}P_{40}K_{180}$  (сырой протеин – 11,25%, сырой жир – 2,12%, сырая клетчатка – 27,74%, содержание обменной энергии – 10,205 МДж/кг сухого вещества), у гибрида Славянское поле 102 – на фоне  $N_{80}P_{40}K_{180}$  (сырой протеин – 10,81%, сырой жир – 1,21%, сырая клетчатка – 21,67%, содержание обменной энергии – 10,169 МДж/кг сухого вещества). В посевах первой декады июля зеленая масса с высокими показателями качества у гибрида сорго сахарного получена при внесении  $N_{100}P_{60}K_{180}$  (сырой протеин – 9,59%, сырой жир – 1,82%, сырая клетчатка – 26,27%, содержание обменной энергии – 10,346 МДж/кг сухого вещества), у гибрида Славянское поле 102 – на фоне  $N_{100}P_{40}K_{180}$  (сырой протеин – 9,69%, сырой жир – 1,03%, сырая клетчатка – 27,08%, содержание обменной энергии – 10,238 МДж/кг сухого вещества).

Урожайность посевов сорго сахарного и зернового первой и второй декады июня выше в среднем в 1,1 и 3,0-3,8 раза соответственно, в сравнении с третьим сроком. В растениях сорго сахарного первого и второго сроков сева отмечено большее содержание протеина (в среднем 10,71 и 10,37% соответственно), чем в растениях третьего срока (в среднем 9,05%). Содержание жира в посевах второго и третьего сроков выше (в среднем 1,53 и 1,55% соответственно), в сравнении с первым (в среднем 1,49%), а содержание клетчатки ниже (в среднем 27,10 и 27,05% соответственно). В растениях сорго зернового второго и третьего сроков сева отмечено более высокое содержание протеина (в среднем 9,22 и 9,30% соответственно), чем в растениях первого срока (в среднем 6,13%). Содержание жира в посевах первого и второго сроков выше (в среднем 1,81 и 1,36% соответственно), в сравнении с третьим (в среднем 1,10%), а содержание клетчатки ниже (в среднем 24,39 и 24,11% соответственно). Содержание обменной энергии в посевах третьего срока сорго сахарного и зернового выше, в

сравнении с посевами первого и второго сроков. То есть, срок сева оказал значительное влияние на качество зеленой массы сорго сахарного и зернового. При благоприятных метеорологических условиях вегетационного периода отмечено увеличение содержания в зеленой массе сорго протеина и жира и снижение содержания клетчатки.

Содержание протеина и клетчатки в зеленой массе сорго сахарного первого и второго сроков сева выше в 1,2-1,8 раза и 1,1 раза соответственно, чем в зеленой массе сорго зернового. Содержание жира в 1,1-1,4 раза выше в сорго сахарном второго и третьего сроков сева в сравнении с сорго зерновым. Содержание обменной энергии в зеленой массе сорго сахарного независимо от сроков сева выше (в среднем 10,244 МДж/кг сухого вещества), чем в сорго зерновом (в среднем 10,197 МДж/кг сухого вещества).

Выводы:

1. В условиях дерново-подзолистых легкосуглинистых почв северо-востока Беларуси оптимальным сроком посева сорго зернового является вторая декада июня и внесение до посева  $N_{80}P_{40}K_{180}$ , что обеспечивает урожайность зеленой массы – 828,5 ц/га, содержание сырого протеина – 10,81%, сырого жира – 1,21%, сырой клетчатки – 21,67%, обменной энергии – 10,169 МДж/кг сухого вещества.

2. Посев сорго сахарного рекомендуется проводить в первую декаду июня. В основное внесение необходимо применение удобрений в дозе  $N_{80}P_{60}K_{180}$  (урожайность зеленой массы – 634,4 ц/га, сырой протеин – 10,72%, сырой жир – 1,49%, сырая клетчатка – 28,29%, содержание обменной энергии – 10,186 МДж/кг сухого вещества).

### Список литературы

- [1] Болотова, А. М. Зеленый конвейер в зоне неустойчивого увлажнения / А. М. Болотова, И. В. Рудин // Кормопроизводство - №3. 1981. – С. 32 – 33.
- [2] ГНУ Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока Россельхозакадемии. Оценка сортов сахарного сорго в условиях Нижнего Поволжья. [Электронный ресурс]. – Саратов, 2013. – Режим доступа: <http://znanie.podelise.ru/docs/87648/index-6871.html>. – Дата доступа: 15.10.2013.
- [3] Кормопроизводство: учебник для студентов высш. учеб. заведений по агрономич. специальностям /А. А. Шелюто [и др.]; под ред. А. А. Шелюто. – Минск: ИВЦ Минфина, 2009. – 472 с.
- [4] Кравцов, С. В. Сорговые культуры / РУП «Гомельская областная сельскохозяйственная опытная станция» НАН Беларуси; сост.: С. В. Кравцов, Л. И. Сныткова. – Довск, 2012. – 25с.
- [5] Муратчаева, П. М.-С. Роль *Sorghum saccharatum* (Poaceae) в повышении продуктивности естественных пастбищ равнинного Дагестана. /

- П. М.-С. Муратчаева, Д. Г. Исакова// Растительные ресурсы. – №46 (1). – СПб.: Наука, 2010. – С. 39-46.
- [6] Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых культур: сб. отраслевых регламентов / Мин-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь; под общ. ред. акад. В. Г. Гусакова, д-ра с.-х. наук Ф.И. Привалова. – Минск, 210 с.
  - [7] Пигорев, И.Я. Кормовая и энергетическая оценка зеленой массы сахарного сорго / И.Я. Пигорев, П. А. Горбунов // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 6 – С. 42-44.
  - [8] Шекун Г.М. Культура сорго в СССР и ее биологические особенности / Шекун Г.М. М.: Колос, 1964. – 140с.
  - [9] Шлапунов, В. Н. Особенности формирования урожая сорговых культур и проса / В. Н. Шлапунов [и др.] // Земледелие и селекция в Беларуси: науч. тр. / РУП «Науч.-практ. Центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ «Минфина», 2008. – С. 202 – 209.
  - [10] Шлапунов В. Н. Эффективность поукосного выращивания сорго сахарного/ В. Н. Шлапунов, В. П. Копылович// Современное состояние, проблемы и перспективы развития кормопроизводства: материалы междунар. научно-практ. конференции. – Горки, 15-16 июня 2007 г. – С. 145-151.
  - [11] Юровский Р.Ф. Сорго: первые шаги новой культуры в Беларуси:- Минск, 2004.-т.1: Земледелие и растениеводство.- с.195-203.
  - [12] Янкелевич, Р.К. Продуктивность сорго в Гродненской области / Р.К. Янкелевич //Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / ГГАУ. – Гродно, 2003. – Т.1,ч.1. – С. 229.
  - [13] Kovacs, G.P. The impact of different tillage systems and nutrient levels on the biomass and Brix values of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench)/ G.P.Kovacs, C. Gyuricza// African Journal of Agricultural Research. – 2012. – №7 (26). – pp. 3800-3805.



THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ПИТАНИЯ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

*Тамара Персикова, Марина Радкевич*

*РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ, 213407 МОГИЛЕВСКАЯ ОБЛАСТЬ,  
Г.ГОРКИ, УЛ. МИЧУРИНА, 5.*

## GRAIN YIELD AND QUALITY OF THE BLUE LUPINE, DEPENDING ON FEEDING CONDITIONS ON THE SOD-PODZOLIC SOIL

*Tamara Persikova, Marina Radkevich*

*REPUBLIC OF BELARUS, 213407 MOGILEV REGION GORKI*

**ABSTRACT** The article presents the results of studies with different forms of trace elements, bacterial preparations and growth regulators in the pre-treatment of seeds blue lupine varieties Yang on the background of mineral nutrition. Found that it was more effective use of copper sulfate, manganese and cobalt chelate form which against  $N_{30}P_{30}K_{90}$  + fitostimofos + sapronit + Appin increased yield, grain quality, earnings and profitability.

**KEY WORDS** blue lupine, grade, pre-sowing seed, chelates, yield, quality

### ВВЕДЕНИЕ

В Беларуси реализуются принципы адаптивного земледелия, в связи с этим возросло внимание к зернобобовым культурам. Это обусловлено новой стратегией развития сельскохозяйственной отрасли в нашей стране, в которой предусмотрен переход от техногенно-химической к более биологизированной, экологизированной, ресурсоэкономичной и природоохранной интенсификации сельскохозяйственного производства [1].

Среди зернобобовых культур в условиях Беларуси, кроме гороха и вики, большое кормовое и агротехническое значение имеет люпин, который в настоящее время представлен на 92% сортами люпина узколистного белорусской селекции высокого репродуктивного состава. По расчетам, проведенным РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» оптимальные посевные площади люпина в Республике Беларусь к



2015 году должны составить 130 тыс. га, при общей потребности в зернобобовых культурах 350 тыс. га [4].

Современные сорта кормового люпина отличаются высоким содержанием белка в семенах, сбалансированного по аминокислотам, поэтому возделывание люпина в сельскохозяйственных предприятиях республики позволит сбалансировать по белку концентрированные корма, что в конечном итоге позволит сократить импорт дорогостоящего высокобелкового сырья, ежегодная потребность которого для республики составляет 600-650 тыс.т [6].

Однако необходимо отметить, что биологический и экологический потенциал люпина в настоящее время полностью не используется, в силу неустойчивой урожайности по годам и высокой подверженности заболеваниям. Поэтому поиск и анализ приемов повышения продуктивности данной культуры – важное направление научных исследований.

Вопросы улучшения минерального питания люпина узколистного как основного фактора увеличения урожайности культуры несут высокую значимость и актуальность для республики. Нет никаких сомнений, что возможность увеличения сборов зерна люпина узколистного за счет современных технологий, к числу которых относится применение регуляторов роста, многокомпонентных бактериальных препаратов и микроудобрений, - задача для Беларуси актуальная и перспективная [1].

Любой технологический прием должен быть наименее энергоемким и давать прибыль. Следовательно, необходимо вести поиск более дешевых и менее энергоемких путей производства конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции высокого качества [3].

## МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для изучения эффективности макроудобрений, бактериальных препаратов, регулятора роста и микроэлементов на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1 м моренным суглинком в 2011-2013 гг. на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» были заложены полевые опыты с люпином узколистным сорта Ян. Сорт **Ян** – сорт зернового направления с редуцированным ветвлением колосовидного типа. Выведен методом индивидуального отбора из гибридной комбинации. Масса 1000 семян 125-135 г, вегетационный период 90-100 суток, высота растений 50-60 см. Содержание белка в зерне – 33-35%, алкалоидность – 0,025-0,035%. Устойчив к фузариозу. Сорт внесен в Госреестр РБ по всем областям.

Агротехника возделывания люпина узколистного (обработка почвы, нормы высева семян, сроки и способы сева) рекомендуемая современными технологическими регламентами. Предшественник – яровые зерновые.



Опыты заложены в четырехкратной повторности. Расположение делянок рендомизированное, форма – прямоугольная. Общая площадь делянки составила 30м<sup>2</sup>, учетная – 25м<sup>2</sup>.

Минеральные удобрения вносились общим фоном в дозах N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>90</sub>. В опытах применялись карбамид (46% N), аммофос (10% N, 50% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), хлористый калий (60% K<sub>2</sub>O). В качестве протравителя применяли Максим XL в дозе 1 л/т. Микроэлементы, регуляторы роста и бактериальные препараты вводили в пленкообразующие составы при предпосевной обработке семян. В качестве прилипателя использовали 2% - ный раствор NaKMЦ. Для инкрустации семян применялись различные формы микроэлементов в виде солей: CuSO<sub>4</sub>\*5H<sub>2</sub>O – 600 г/т, ZnSO<sub>4</sub>\*7H<sub>2</sub>O – 700 г/т, Na<sub>3</sub>[Co(NO<sub>2</sub>)<sub>6</sub>] - 360 г/т, MnSO<sub>4</sub>\*5H<sub>2</sub>O – 650 г/т и однокомпонентные микроэлементы в хелатной форме - Cu(хелат) – 900 г/т, Zn(хелат) – 900 г/т, Co(хелат) -380 г/т. Также совместно с микроэлементами в инкрустационные составы вводился регулятор роста Эпин в дозе 80 мл/т. Бактериальные препараты (фитостимфос и сапронит) для инокуляции семян применяли в дозе 200 мл на гектарную норму высева, созданные в НИИ микробиологии НАН Беларуси.

Агрохимические показатели свидетельствуют о том, что почва по годам исследования имела низкое и среднее содержание гумуса (1,48-1,69%), повышенное и среднее – подвижных форм фосфора и калия (238-242 мг/кг; 176-187 мг/кг соответственно), низкое и среднее содержание меди и цинка (1,35 – 2,82мг/кг; 1,87-3,26 мг/кг соответственно), низкое содержание Co (0,55-0,6 мг/кг) и Mn обм.(1,5 мг/кг). Реакция почвы была близкой к нейтральной (рН kcl -6,13-6,2). Согласно расчету индекса агрохимической окультуренности - почва среднеокультуренная (ИО - 0,71).

Учет урожайности проводился сплошным поделночным способом. Статистическая обработка результатов исследований проводилась методом дисперсионного анализа на ЭВМ. Экономическая эффективность применения удобрений рассчитывалась по методике, разработанной Институтом почвоведения и агрохимии [2].

Метеорологические условия северо-восточной части республики близки к среднемноголетним республиканским показателям, однако в годы исследований имели место отклонения от среднемноголетних значений как по температуре воздуха, так и по количеству выпавших осадков, что позволило более полно оценить исследуемые в опыте агроприемы. Расчёт ГТК по Селянинову показал, что в 2011 году складывались хорошие условия для формирования высокого урожая. Так, в период активного роста (июль) ГТК составил 2,2, в фазу зернообразования и спелости (август) ГТК – 1,8. 2012 год был теплым и влажным (ГТК=2,4), 2013 год – теплый и с достаточным увлажнением (ГТК=1,0).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Условия питания, а так же погодные условия оказали существенное влияние на урожайность зерна люпина. Установлено, что уровень урожайности в течение трех лет в большей степени изменялся в зависимости от погодно-климатических условий года. Так, погодные условия в 2012 г. (избыток влаги в июне, августе месяце (156% от нормы) и недостаток влаги в июле (33 % от нормы)), привели к снижению урожайности люпина узколистного, которая была самой низкой за годы исследований и составила в среднем по опыту 22,7 ц/га. В среднем по Республике Беларусь в этом году урожайность зерна люпина узколистного составила 20,5 ц/га. За счет естественного плодородия почвы в среднем за 3 года исследований была получена урожайность 18,6 ц/га. Существуют различные мнения в отношении азотного питания люпина узколистного [3]. При составлении схемы опыта и, руководствуясь анализом погодно-климатических условий северо-востока Беларуси в предшествующие годы исследований – поздняя прохладная затяжная весна, а также низкое плодородие почвы опытного участка (1,48-1,68% гумуса), определили необходимость допосевого внесения минерального азота в стартовой дозе 30 кг.д.в. Внесение под предпосевную культивацию азотных и фосфорных, и калийных удобрений с осени в дозах  $N_{30}P_{30}K_{90}$  способствовало дополнительному сбору зерна в размере 2,3 ц/га по сравнению с контрольным вариантом.

Таблица 1. Влияние условий питания на урожайность зерна люпина узколистного

| Вариант                                                   | Урожайность, ц/га |         |         |         | Прибавка к контролю, ц/га | Прибавка к фону, ц/га |
|-----------------------------------------------------------|-------------------|---------|---------|---------|---------------------------|-----------------------|
|                                                           | 2011 г.           | 2012 г. | 2013 г. | среднее |                           |                       |
| 1. контроль (без удобрений)                               | 19,0              | 17,0    | 19,8    | 18,6    |                           |                       |
| 2. $N_{30}P_{30}K_{90}$                                   | 21,0              | 19,8    | 22,0    | 20,9    | +2,3                      |                       |
| 3. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимофос+сапронит            | 23,0              | 19,0    | 24,0    | 22,0    | +3,4                      |                       |
| 4. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимофос+сапронит+эпин (ФОН) | 22,6              | 21,2    | 25,9    | 23,2    | +4,6                      |                       |
| 5. (ФОН)+ $CuSO_4 \cdot 5H_2O$                            | 26,0              | 26,0    | 29,9    | 27,3    | +8,7                      | +4,1                  |
| 6. (ФОН)+ Cu(хелат)                                       | 24,0              | 23,4    | 32,5    | 26,6    | +8,0                      | +3,4                  |
| 7. (ФОН)+ $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$                            | 25,0              | 24,0    | 28,0    | 25,7    | +7,1                      | +2,4                  |
| 8. (ФОН)+ Zn(хелат)                                       | 25,0              | 25,1    | 29,3    | 26,5    | +7,9                      | +3,2                  |
| 9. (ФОН)+ $Na_3[Co(NO_2)_6]$                              | 24,2              | 23,4    | 30,8    | 26,1    | +7,5                      | +2,9                  |
| 10. (ФОН)+ Co(хелат)                                      | 27,0              | 28,0    | 33,1    | 29,4    | +10,8                     | +6,1                  |
| 11. (ФОН)+ $MnSO_4 \cdot 5H_2O$                           | 26,8              | 23,5    | 33,8    | 28,0    | +9,4                      | +4,8                  |
| HCP <sub>05</sub>                                         | 1,5               | 1,7     | 1,5     |         |                           |                       |

Инокуляция семян перед посевом бактериальными препаратами фитостимифос и сапронит в среднем за годы исследований повышали урожайность зерна на 2,0 ц/га. Однако необходимо отметить, что погодные условия, сложившиеся в начале вегетации 2012 г. (избыток увлажнения), не позволили в полной мере реализовать потенциал бактериальных препаратов. Так урожайность на данном варианте была ниже фона – 19 ц/га. Введение в предпосевную обработку росторегулятора эпин обеспечило достоверную прибавку урожайности относительно  $N_{30}P_{30}K_{90}+$  фитостимифос+сапронит по годам исследований, в среднем же была получена урожайность 23,2 ц/га.

Существует целый ряд способов внесения микроэлементов: внесение непосредственно в почву перед посевом, внесение их совместно с некорневыми подкормками и гербицидами. Исследованиями последних лет доказано, что наиболее эффективный и малозатратный способ - внесение микроудобрений совместно с протравителем, т.е. при предпосевной подготовке семян [7]. Кроме того, микроэлементы должны поступать в растения в биологически активной форме – в виде комплексонатов (хелатов), способной легко транспортироваться и усваиваться.

В исследованиях установлено, что применение микроэлементов при обработке семян способствовало увеличению урожайности зерна. Прибавка урожайности от применения минеральной меди составила 4,1 ц/га относительно фона  $N_{30}P_{30}K_{90}+$  фитостимифос+сапронит+эпин. Применение Cu (хелат) на фоне применения  $N_{30}P_{30}K_{90}+$  фитостимифос+сапронит+эпин достоверно повышало урожайность зерна, дополнительный сбор составил 3,4 ц/га. По данным Почтовой Н.Л., при некорневой подкормке люпина медью и цинком на фоне  $N_{40}$  получена прибавка урожайности в 2,3 и 4,9 ц/га соответственно [4]. Низкая обеспеченность почвы кобальтом обеспечило высокую отзывчивость люпина узколистного на применение данного микроэлемента. При обработке семян хелатной формой кобальта была получена самая высокая средняя урожайность по опыту – 29,4 ц/га, а в благоприятном для роста и развития растений люпина 2013 году, была получена урожайность свыше 30 ц/га. В результате исследований установлено, минеральные соли кобальта по своей эффективности уступали хелатным соединениям (-3,2 ц/га). По влиянию на урожайность зерна применение цинка в неорганической и хелатной форме было равнозначным – прибавка урожайности зерна по отношению к фону составила 2,4 ц/га и 3,2 ц/га соответственно. Включение в инкрустационный состав сульфата марганца повышало урожайность зерна по сравнению с фоновым вариантом  $N_{30}P_{30}K_{90}+$  фитостимифос+сапронит+эпин в среднем за годы исследований на 4,8 ц/га.

Комплексное применение бактериальных препаратов, регулятора роста и микроэлементов на фоне минерального питания оказало положительное влияние на качество зерна люпина узколистного.

Таблица 2. Влияние условий питания на качество зерна люпина узколистного, среднее 2011-2013 гг.

| Вариант                                                                              | Содержание сырого протеина, % | Сбор сырого протеина, ц/га | Выход переваримого протеина, ц/га | Обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином, г. |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1. контроль (без удобрений)                                                          | 28,6                          | 5,3                        | 4,5                               | 208,3                                            |
| 2. N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub>                                   | 28,9                          | 6,0                        | 5,1                               | 210,7                                            |
| 3. N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub> +фитостимифос+сапронит            | 29,4                          | 6,5                        | 5,5                               | 215,7                                            |
| 4. N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub> +фитостимифос+сапронит+эпин (ФОН) | 30,1                          | 7,0                        | 6,0                               | 223,0                                            |
| 5. (ФОН)+CuSO <sub>4</sub> *5H <sub>2</sub> O                                        | 31,3                          | 8,5                        | 7,2                               | 227,1                                            |
| 6. (ФОН)+ Cu(хелат)                                                                  | 31,2                          | 8,3                        | 7,1                               | 229,8                                            |
| 7. (ФОН)+ ZnSO <sub>4</sub> *7H <sub>2</sub> O                                       | 31,0                          | 8,0                        | 6,8                               | 228,2                                            |
| 8. (ФОН)+ Zn(хелат)                                                                  | 31,0                          | 8,2                        | 7,0                               | 228,0                                            |
| 9. (ФОН)+ Na <sub>3</sub> [Co(NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> ]                       | 31,6                          | 8,2                        | 7,0                               | 231,0                                            |
| 10. (ФОН)+ Co(хелат)                                                                 | 31,9                          | 9,4                        | 8,0                               | 234,6                                            |
| 11. (ФОН)+ MnSO <sub>4</sub> *5H <sub>2</sub> O                                      | 32,5                          | 9,1                        | 7,7                               | 236,9                                            |

В среднем за 2011-2013 гг. исследований содержание сырого белка повышалось в вариантах с внесение микроэлементов на 0,9-2,4% по отношению к фоновому варианту. Наибольшее содержание сырого белка было в варианте N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>90</sub>+фитостимифос+сапронит+эпин+MnSO<sub>4</sub>\*5H<sub>2</sub>O – 32,5%. Максимальный сбор сырого и переваримого протеина был при введении в инкрустационный состав Co(хелат) – 9,4 ц/га и 8,0 ц/га соответственно. Обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином колебалась в зависимости от варианта от 208,3 на контроле до 236,9 г. при применении N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>90</sub>+фитостимифос+сапронит+эпин+MnSO<sub>4</sub>\*5H<sub>2</sub>O.

Основными показателями экономической эффективности применения удобрений являются: прибыль на гектар посева и ее производные - рентабельность на единицу производственных затрат. Расчет экономической эффективности показал, что наиболее высокие показатели (прибыль, рентабельность) были в вариантах (ФОН)+ Co(хелат) и (ФОН)+ MnSO<sub>4</sub>\*5H<sub>2</sub>O, где прибыль составила -457,0 и 266,2 тыс.руб , а рентабельность - 31 и 20 % соответственно.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ближайшее время должна возрасти роль люпина, как в решении белковой проблемы, так и в повышении плодородия почвы. В связи с этим необходимо в технологию возделывания данной культуры включать био-

логические препараты, регуляторы роста и микроэлементы, позволяющих получить урожайность зерна свыше 30 ц/га с высокими показателями кормовой ценности – содержанием сырого протеина 30-33%, обеспеченностью 1 к.ед. 230-240 г. переваримого протеина.

Расширение применения названных агроприемов должно быть закономерным этапом земледелия, следуя за крупномасштабной химизацией сельскохозяйственного производства.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] 1. Кукреш, Л.В., Дубовцова, Т.М. Роль зернобобовых культур в оптимизации кормопроизводства для крупного рогатого скота/Л.В. Кукреш и др. // Земледелие и защита растений. – 2013. – № 5. – С. 7-9
- [2] Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений/И.М. Богдевич [и др.]; РУП «Институт почвоведения и агрохимии». Минск, 2010. С. 42
- [3] Персикова, Т.Ф. Продуктивность люпина узколистного в условиях Беларуси / Т.Ф. Персикова, А.Р.Цыганов, А.В. Какшинцев. – Минск: ИВЦ Минфина, 2006. – С. 99-102
- [4] Персикова, Т.Ф. Агробиологическая оценка смешанных посевов для условий дерново-подзолистых почв Беларуси/ Т.Ф. Персикова [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. –С. 162-163
- [5] Привалов Ф.И., Шор В.Ч., Купцов Н.С. Состояние и перспективы возделывания люпина в Республике Беларусь /Ф.И. Привалов [и др.] //Земледелие и защита растений. – 2013. -№3. –с. 3-9
- [6] Рак, М.В., Пукалова, Е.Н. Зависимость урожайности и качества люпина узколистного от обеспеченности дерново-подзолистой супесчаной почвы кобальтом и применения кобальтовых удобрений / М.В. Рак, Е.Н. Пукалова// Почвоведение и агрохимия. – 2013. - №1. С.226-235
- [7] Шор, В.Ч., Купцов, Н.С. Узколистный люпин: ключи к успешному возделыванию / В.Ч. Шор, Н.С. Купцов //Наше сельское хозяйство. – 2012. -№4. –С. 44-47





THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## СНИЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ В КАЗАХСТАНСКОЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

<sup>1</sup> Назия Сулейменова, <sup>2</sup>Гусман Кенжетаев, <sup>1</sup>Самал Сырлыбеккызы

<sup>1</sup>КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Г. АЛМАТЫ, РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН, АБАЯ 8,  
E-mail: [naziya44@gmail.com](mailto:naziya44@gmail.com), Samal\_86a@mail.ru

<sup>2</sup>КАСПИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Ш.ЕСЕНОВА,  
КАЗАХСТАН АКТАУ, 31 МИКРОРАЙОН,

## RISING AND FALLING WATER LEVELS IN THE KAZAKHSTAN SECTION OF THE CASPIAN SEA

<sup>1</sup> Nazia Suleimenova, <sup>2</sup> Gusman Kenzhetayev, <sup>1</sup> Samal Syrlybekkyzy

**ABSTRACT:** The Caspian is the largest endorheic lake on Earth, situated on the boundary of Europe and Asia, yet it is called a sea due to its sheer size and its seabed that has been formed by oceanic Earth crust. The Caspian Sea has a fluctuating hydrologic regime that causes both sharp drops and sudden increases in its water level. The present article examines the specifics of the relief of the sea floor in the Kazakhstan section of the Northern Caspian which is the most susceptible to underflooding (due to a rise in the water table) during water surges. This article analyses the dynamics of the fluctuating water levels in the Caspian Sea during the period of decreased and increased water levels from 1960 to 2013. It also offers the possible reasons for these changes in the water levels of the Caspian Sea.

**KEY WORDS:** Caspian, endorheic sea-lake, seal, sturgeon, beluga, oil, terrain and sloping of the seabed, dikes, sand bars, banks, rift, hydrologic regime, unstable level, amplitude, water surge, salt lakes, Kaydak, Olikoltyk, increase and decrease dynamics, tributary, evaporation, precipitation, forecasts, causes for fluctuation.

**Введение.** Каспийское море –самое большое на планете бессточное озеро, но за его огромные размеры, за солоноватую воду и режим сходный с морским называют морем. Название оно получило в середине XVI века от имени жившего в Закавказье народа каспи. В Грузии сохранилось название города Каспи. Море именовалось также Гирканским(I век),



Хазарским (II-X века), Хвалынским (X-XII века) и другими более чем 60 названиями, народами жившими там в последние 3 тысячи лет. Каспийское море отделилось от Черного моря в результате поднятия земной коры в конце неогенового периода, который считается временем его образования. Площадь Каспия составляет 370 000 км<sup>2</sup>, то есть более чем в четыре раза превосходит самое крупное пресноводное озеро – Верхнее озеро в Северной Америке. Объем вод Каспия 78 600 км<sup>3</sup>, а средняя и максимальная глубина 208 и 1025 м соответственно. Поверхность Каспия ниже уровня океана на 26,5 м по Балтийской системе (БС).

Бессточное озеро Каспий - по составу воды и, как следствие, обитающим здесь животным и растениям, ближе к морям. Например, здесь можно встретить медуз, которые обычно обитают только в морях. И это неслучайно. Дело в том, что в далеком прошлом Каспийское море, как и Черное, и Средиземное были частью одного крупного водоема – так называемого моря Тетис. Оно застало еще эпоху Динозавров, и 50 миллионов лет назад занимало большую часть восточной Европы. Впоследствии море Тетис значительно уменьшилось в размерах, раздробившись на ряд более мелких водоемов, которые существуют и поныне. Последние 30 миллионов лет Каспий несколько раз то терял, то снова приобретал связь с Мировым океаном. Соленость часто менялась, что не могло не сказаться на биосфере. В настоящее время здесь обитает большое количество эндемичных видов, т.е. видов, сохранившихся лишь на ограниченных территориях. Например, здесь обитает уникальное животное - каспийский тюлень (как правило, тюлени обитают лишь в приполярных широтах). Вместе с этим, море богато рыбой, его дно и берега - нефтью и газом. Самая характерная черта водоема - это неустойчивость уровня с резкими падениями и подъемами. В последнее время все более волнующим становится вопрос о причинах понижения уровня Каспийского моря. С 1929 по 1978 год уровень Каспийского моря снизился с -26,0 до -29,0 м БС (Балтийская система) над уровнем моря [1,4,14]. В результате Каспийское море значительно уменьшилось в размерах (еще в 1929 году площадь была равна 420 тысячам кв. км). Это сильно взволновало ученых, начали даже разрабатываться проекты по изменению стоков некоторых рек. Но уже в 1978 падение неожиданно сменилось поднятием, большая территория вновь оказалась под водой, хотя прежний уровень так и не был достигнут. Виновен ли в этом человек и есть ли причины для беспокойства – вопрос спорный. Уровень Каспийского моря довольно неустойчив, что и будет далее.

**Materials and Methods.** Основной источник фактической информации - изученные многолетние наблюдения ежемесячных данных об уровне Каспийского моря на морских гидрологических постах Мангистауской

области, архивных, опубликованные материалы и результаты собственных исследований авторов. Метод исследования – теоретический анализ и многолетних, данных динамики уровня Каспийского моря в периоды снижения и повышения за 1960-2013 годы оценка результатов прогнозов изменчивости колебаний. Информация представлена в виде схемы-космоснимка, графиков, таблиц по стандартным параметрам.

**Discussion. Обсуждение.** За последние полмиллиона лет его высота колебалась от -140 до +50 м над уровнем моря, и даже несколько раз восстанавливалась связь с Черным морем. Таким образом, считается, что Каспийское море довольно хорошо изучено, но в его «морском» режиме еще достаточно нерешенных загадок-проблем [1,3,5,6]. Каспийское море вытянуто в меридиональном направлении с севера на юг на 1200 км, и расположено между  $36^{\circ}33'$  и  $47^{\circ}07'$  с. ш. и  $45^{\circ}43'$  и  $54^{\circ}03'$  в. д. Максимальная ширина - 435 км, средняя ширина - 310 км. Длина береговой линии Каспия – 7000 км, его воды омывают берега России, Казахстана, Туркменистана, Азербайджана и Ирана. На Республику Казахстан приходится 29% (2340 км) береговой линии, на Туркмению – 21%, на Азербайджан – 2% России – 16%, на исламскую Республику Иран – 14%. В Мангистауской части Каспийского моря, длина береговой линии – 1399,5 км.

Каспийское море по рельефу дна котловины делится на три части - основные провинции соответствующих Северному, Среднему и Южному Каспию, которые разделены Мангышлакским и Апшерон-Прибалханским порогами соответственно. Граница северной части Каспия проходит вдоль Мангышлакского порога представленного в рельефе группой отмелей и аккумулятивных островов, расположенных на продолжении полуострова Тупкараган. Средняя часть простирается от полуострова Тупкараган до порога Апшеронского полуострова, оставшаяся территория составляет южную часть. Северная часть мелководная, средняя глубина около 5-6 м, максимальные глубины 15-20 метров расположены на границе со средней частью моря (линии А-В и С-Д, на рисунке 1). Эта часть Каспийского моря занимает 24% от общей площади. Центральная часть, со средней глубиной 200 м и максимальной 788 м, охватывает 36% всей площади. Южная часть – самая глубокая, со средней глубиной 345 м, максимальной 1025 м, занимает 40%. К нашей Республике Казахстан относятся сравнительно мелководные части Северного и Центрального Каспия. Островов в Каспийском море мало, их общая площадь составляет 2045 км<sup>2</sup>, но при этом 88% из них расположено на территории Казахстана. Самые крупные – Кулалы и Морской, с площадью 73 км<sup>2</sup> и 65 км<sup>2</sup> соответственно, расположенные в архипелаге Тюлений. С восточной стороны в Каспий вдаются такие большие полуострова как Мангистау с Тупкараганом, Бузачи (рис.1). Каспийское море расположено в двух климатических поясах. На севере оно находится между резко и умеренно

континентальными климатами умеренного пояса, на юго-западе – субтропический климат, на востоке – пустынный континентальный климат Средней Азии. Летом поверхность моря сильно нагревается и, несмотря на его большую протяженность с севера на юг, температура остается почти одинаковой во всех частях моря + 24, +26°C. Зимние температуры очень различны. На севере зима холодная, со средней температурой в январе – 7 - 11°C. В средней части +1, +5°C, на юге +8, +10°C. зима на восточном побережье моря по всей широте, по сравнению с западным побережьем, более холодная. В зимнее время года на Каспии свирепствуют штормовые ветры, дующие из Казахстана, а северная часть моря до линии остров Чечень – мыс Тупкараган, считающейся условной границей между северной и средней частями моря, в декабре покрывается льдом. Северные ветры выносят плавающие льдины далеко к югу.

Необходимо отметить, что в работе рассматривается Северо-восточное побережье - часть Прикаспийской низменности в пределах Мангистауской области, как наиболее чувствительная к колебаниям моря, по причине мелководья. Общие черты рельефа дна Казахстанского сектора Каспийского моря отражают крупные геотектонические структуры региона, которые и предопределяют его деление на Северный и Средний Каспий, разобщенные Мангышлакским порогом. Северная часть территории рассматриваемой области относится к Прикаспийской впадине допалеозойской Русской платформы и тесно взаимосвязана с геологическим и геоморфологическим строением прилегающей суши. Первичные неровности, созданные солянокупольной тектоникой, выполняются за счет абразивности-аккумулятивной деятельности течений, волнений и сгонно-нагонных явлений. Шельф Северного Каспия характеризуется в целом пологим наклоном и слабой расчлененностью, максимальные глубины не превышают 10 м. Выделяется несколько типов подводной аккумулятивной равнины: морская, комплексного происхождения с островами и отмелями, а также наклонная подводного берегового склона. На развитие рельефа низменных побережий Северного Каспия существенное влияние оказывают колебания уровня моря – сгонно-нагонные явления. В пределах морской равнины, созданной течениями и волнениями, развиты крупные аккумулятивные формы: отмели, валы, бары и банки, особенно в восточной части [4,7].

Особенностью геоморфологического строения Северного Каспия являются выраженные в рельефе впадины эрозионно-тектонического происхождения Уральская и Мангистауская бороздины. Рельеф северной части Каспия – мелководная волнистая равнина. По особенностям рельефа дна в рассматриваемой части Каспийского моря можно выделить следующие геоморфологические районы, по которым и будет вестись дальнейшее описание рельефа:

- Район Северного Каспия, расположенный к северу от линии о. Чечень ( $43^{\circ}57'58,60''$  с.ш,  $47^{\circ}44'59,06''$  в.д) – м. Тупкараган ( $44^{\circ}35'36''$  с.ш,  $50^{\circ}16'5''$  в.д) , которая является условной границей между северной и средней частями Каспийского моря (рис. 1);

- Район Мангышлакского порога, который является природной границей между северной и средней частями Каспийского моря.

Северный Каспий характеризуется глубинами в интервале 1-6 м, и представляет собой наиболее выровненную и полого наклонённую равнину ступенчатого строения (рис. 2), со спуском к середине моря по линии А-В, с протяженностью 200 км. Рельеф дна в сторону полуострова Бузачигораздо пологий и вместе с тем наблюдается резкое падение к центру этой линии, что обуславливает подверженность этого участка моря риску затопления при нагонно-сгонных явлениях (рис.3). Этот район можно рассматривать как затопленную часть Прикаспийской низменности.



Рисунок 1 – Космический снимок с линиями профилей дна Северного Каспия с использованием ArcGIS 9



Максимальная глубина не более 26 м, а 70% заняты глубинами 6 м. Так, в настоящее время еще недавно сухие соры превратились во влажные, в том числе такие обширные как Оликолтык и Кайдак. На противоположной стороне в точке А - самая свежая ступень – авандельта Волги – опирается на небольшой свал глубин высотой до 2 м. Минимальные значения отмечены на вершине небольшого валообразного возвышения дна на востоке акватории максимальное в локальной ложбинке на юго-востоке акватории. В общем виде дифференциация глубин проявляется в диагональном направлении из северо-западного угла акватории в юго-восточный. В северо-западной части глубина моря в пределах 1-6 м, а в юго-восточном направлении глубины морской акватории постепенно увеличиваются. Общая длина линии С-Д, по которой показан профиль дна составляет 150 км. Профиль дна Каспия от мыса Тупкарагандо острова Чечень, протяженностью 100 км состоит из валов и баров, с верхом на уровне 6 м., с глубиной их дна на одной прямой, на глубине порядка 10 метров (рис.2). На остальных 50 км до острова (Каспийский) Лагань, то есть до точки С, кривая профиля дна моря резко падает от 6 м до 17 метров, от поверхности воды, что является «трамплином» для нагонных вод. Лагань (45°49'16,1" с.ш, 48°36'12,7" в.д) - основана в 1870 году как поселок переселенцев из России на Каспии.

В 1944 году при депортации калмыков переименован в Каспийский, с 1963 года город, в 1991 году возвращено название Лагань. Море за это время отступило, и город сейчас находится в 9 км от берега. Подъем уровня с 1978 по 1995 год оказался не только неожиданным, но и привел к еще большим негативным последствиям [8,11]. В зоне затопления и подтопления оказались значительные территории, особенно в северной (равнинной) части Дагестана, в Калмыкии, Астраханской области. От подъема уровня оказались затопленными и пострадали города Дербент, Каспийск, Махачкала, Сулак, Каспийский (Лагань) и десятки других более мелких населенных пунктов. В нашей Казахстанской части Каспийского моря, то в зоне подтопления в пределах полуострова Бузачи, расположены действующие нефтегазовые месторождения Комсомольское, Каламкас, Каражанбас, Арман, которые обвалованы дамбами, в основном из местных грунтов, характеризующихся высокой проницаемостью и подверженностью к абразионным и эрозионным процессам.

Из селитебных объектов опасности подтопления наиболее подвержены п.г.т. Баутино, г. Форт-Шевченко и частично областной центр Мангистауской области г. Актау. В этой связи проблема загрязнения вод и почв нефтепродуктами является очень актуальной для прибрежной зоны Каспия, в которой находятся затопленные скважины [13].

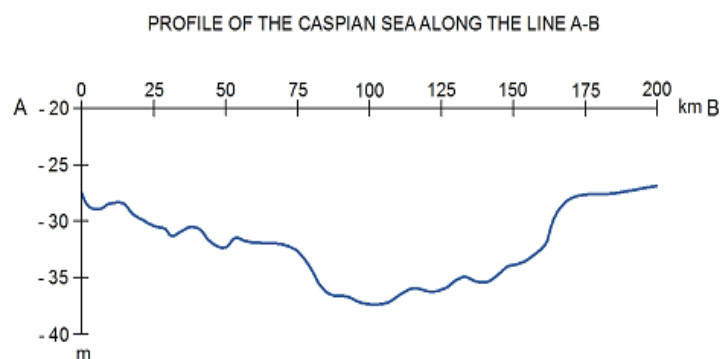


Рисунок 2 – Профиль дна Каспийского моря по линии А – В

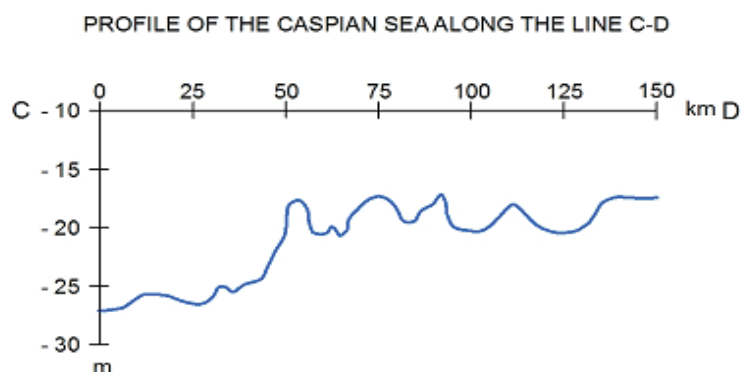


Рисунок 3 – Профиль дна Каспийского моря по линии С-Д

Непостоянство уровня моря поставило много вопросов, важнейшим из которых является восстановление и поддержание рыбохозяйственного значения Каспия. Для их решения было необходимо выяснить причины снижения уровня моря, изучить его водный баланс. В этой связи, особенность изменения уровня Каспийского моря, сопровождающегося резкими падениями и подъемами различной продолжительности, без сомнений представляет научный интерес.

Причины колебаний до сих пор точно не установлены, хотя предполагается, что это может быть связано с колебанием стока рек, деформацией дна, с поступлением вод изпод земли, изменениями климата. Геологические и палеогеографические исследования позволяют заглянуть в отдаленное прошлое региона. За последние десять тысяч лет уровень Каспия, расположенного ниже уровня мирового океана, менялся в пределах от минус 20 до минус 40 метров. Достаточно отметить, что уровень моря в IV-II веках до н.э. стоял на отметке не выше минус 36 м, в VI веке стоял на абсолютной отметке минус 34 м, в X веке - минус 29 м, в начале XIV века - минус 19 м, а сейчас - около минус 27 м. Для изучения колебаний уровня моря еще в 1829 году по инициативе академика Э.Х. Ленца в Баку был установлен футшток, по которому сейчас имеется



наиболее длинный ряд наблюдений [5,6,8]. Анализ реконструированных уровней за голоценовый (10 тыс. лет), исторический (2,5-3,0 тыс. лет), и инструментальный (1835-2003 гг.) периоды (по Р.К. Клиге, 1994 г.) позволил выделить максимальные, средние и минимальные значения уровней колебания Каспийского моря. Амплитуда колебаний уровня моря за инструментальный период основана на данных морских гидрологических постов (МГП) и составляет 3,8 м, в среднем 2,3 м (табл. 1). В Мангистауской области функционируют 8 МГП (Фетисово, Каламкас, Саура, Хазар, мыс Песчаный, ГМС Актау, Форт-Шевченко, Кулалы), на которых проводится ежедневно 4-х разовое морское наблюдение – в 00, 06, 12 и 18 часов, за уровнем моря, высотой и направлением волны, температурой воды и ее соленостью, состоянием и местоположением обледенения, толщиной льда, направлением и скоростью ветра, количеством осадков, прозрачностью воды [1,2,4].

Таблица 1 – Амплитуды колебаний уровня каспийского моря (м)

| Уровень моря        | Периоды                      |                                    |                                     |
|---------------------|------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
|                     | Голоценовый<br>(10 тыс. лет) | Исторический<br>(2,5-3,0 тыс. лет) | Инструментальный<br>(1835-2003 гг.) |
| Максимальный        | - 9                          | - 20                               | - 25,2                              |
| Средний             | - 25                         | - 27                               | - 26,6                              |
| Минимальный         | - 34                         | - 34                               | - 29                                |
| Амплитуда колебаний | 25<br>(0,35 см/год)          | 14<br>(0,55 см/год)                | 3,8<br>(2,3 см/год)                 |

Анализ данных наблюдений исследователей этого вопроса, позволил установить, что за время с 1850 года колебания уровня имели циклический характер, однако после 1869 года поверхность моря неуклонно понижается. В начале XX в. уровень был относительно стабилен. Затем произошло его резкое понижение с 1929 по 1941 г. на 1,9 м. К 1956 г. уровень стал ниже по сравнению с 1929 г. на 2,5 м. В 1956-1960 - гг. положение уровня несколько стабилизировалось [3,7,9]. Колебания уровня Каспийского в Мангистауской области Республики Казахстан с 1960 года по 2013 год, составлены по данным Казгидромет приведены на рисунках 4,5,6.

В 1962 г., по сравнению с 1960 годом, уровень моря стал ниже на 28 см, в 1964 году повысился на 14 см. Уровень моря в 1966 году составил (-28,27), что на 3 см. ниже уровня 1960 года (-28,23) по БС. Спад уровня с 1966 г., по 1969 г., составил 22 см, затем к 1970 году, установлено повышение на 14 см. С 1970 г. уровень снова стал понижаться. Так,

уровень моря в 1973 году уменьшился на 25 см, который сохранился в течение года. С 1974 года наблюдалось резкое падение уровня на 1,4 м, достигшее в 1997 году самого низкого значения за текущее столетие: -29,0 м (БС). Этим годом завершился 17-летний период за 1960-1977 гг. спада уровня Каспийского моря(рис.4) [1,2].

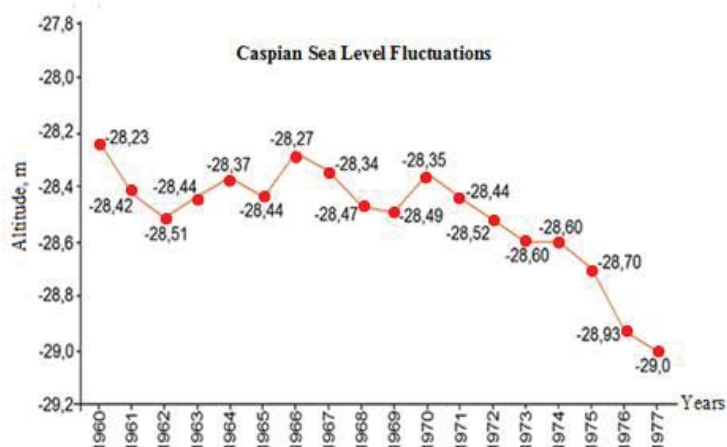


Рисунок 4 – Колебания (спад) уровня Каспийского моря в Мангистауской области в 1960-1977 гг. (Казгидромет)

Во второй половине 70-х годов падение уровня моря пошло значительно более медленными темпами, чем в 30-40-х годах, потом приостановилось, и с 1978 г., началось даже повышение уровня Каспийского моря (рис. 5). Так, в 1978 году, уровень моря был на отметке – 28,95 м, что составило всего 5 см, по сравнению с 1977 г, а в 1980 г. – на отметке – 28,48 м, то есть за два года с начала подъема составил 47 см. К 1985 г. уровень воды в Каспийском море поднялся на 80 см и затопил прибрежную полосу в районе полуострова Бузачи, и мыса Тупкараган, а также обсохших при низком стоянии воды крупных заливов-соросов Оликолтык и Кайдак на 50-55 км. Это привело к увеличению площади мелководий и как следствие - возрастанию испарения (до 10 км<sup>3</sup>/год). Вместе с этим при этом высоком уровне моря увеличился отток вод в Кара-Богаз-Гол. В последующие годы этот подъем не прекратился. Так, в течение 10 лет в 1990 году уровень моря увеличился почти на метр и составил – 27,53 м (95 см). Этот процесс создал не только эколого-экономические проблемы подтопления, но и новые загадки для исследователей. Что это, новая трансгрессия моря или одно из тех небольших случайных поднятий, которые неоднократно происходили за последние десятилетия? Так, в 1995 году, уровень составил – 26,62 м, что привело к поднятию воды на 91 см, за пять лет. В целом, за период с 1978 года по 1995 год, уровень повышения моря составил 2,33 м. Для годового

хода уровня характерны максимум в июле-августе и минимум в феврале. Размах внутригодовых колебаний составляет 29-34 см. Вместе с этим необходимо отметить то, что если бы вода из выпадающих в Каспийское море, рек не разбиралась в объеме около 40 км<sup>3</sup>, а это практически 40 миллиардов кубометров воды, на хозяйственные нужды и орошение (это соответствует десяти сантиметрам в уровне моря), то этот уровень (-26,62 м. БС), был бы на 1,5 метра выше, приближаясь к рекордно высоким за сто шестьдесят лет отметкам прошлого века (рис. 5). Таким образом, в данном случае 1995 годом, завершается следующий опять-таки 17-летний период 1978-1995 гг., этап повышения уровня Каспийского моря (рис.5). В 1996 году, зафиксирован спад воды на 17 см, с отметки – 26,62 до – 26,79 м БС. Этот год является началом следующего уже третьего с 1960 года периода, но уже понижения уровня моря [1,15] .

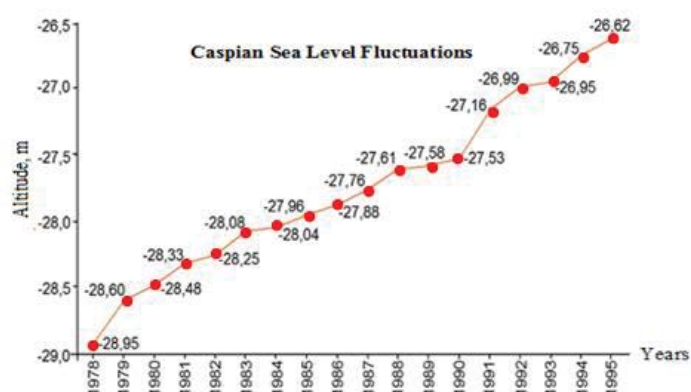


Рисунок 5 – Колебания (повышение) уровня Каспийского моря в Мангистауской области в 1960-1977 гг. (Казгидромет)

В последующие годы с 1996 г. наблюдалось ежегодное до 2001 года, понижение уровня моря, достигнувшее отметки минус 27,17 м, что составило 38 см (рис. 6,7). Но в 2005 году, уровень воды вновь повысился на 26 см, до отметки – 26,91 м. В 2006-2007 гг., уровень был на отметке – 27,04 м, со спадом 7 см, по отношению к 2005 году. По данным Национальных гидрометеорологических организаций Прикаспийских Государств, во второй половине 2010 года, зарегистрирован аномальный сезонный спад уровня Каспийского моря, величина которого в 1,5 раза превышает среднее значение за последние 50 лет. После того, как в середине прошлого столетия был зарегулирован сток реки Волги, на большинстве постов, расположенных на побережье, сезонный спад уровня Каспийского моря в среднем составил 15-19 см с июля по октябрь 2010 года, уровень моря на Западном побережье Среднего Каспия в районе г. Махачкала понизился на 30 см (данные Росгидромета), а на Восточном побережье в

пределах г. Актау виюле на 31 см (данные Казгидромета (рис.6). Темпы сезонного падения уровня моря в 2010 году значительно выше, чем в среднем за период 1961-2009 гг.

На Азербайджанском побережье Южного Каспия (данные Азгидромет), уровень моря, за период с июня по октябрь понизился на 32 см, а на побережье Ирана, по данным Национального центра исследований Каспийского моря на 31 см. В нашей Западной Казахстанской части Северного Каспия в районе острова Тюлений, сезонный спад составил 32 см, а в Восточной части (о. Кулалы) – 44 см по данным Казгидромета. Причинами резкого за 5 лет падения уровня Каспия, являются аномально жаркое и сухое лето в Мангистауском регионе, а также пониженная водность реки Волга. Так, на Западном побережье Среднего Каспия в пределах Мангистауской области, летом выпала только треть нормы осадков, а средняя температура воздуха была на 3,5 градуса ниже нормы. При этом, сток реки Волга, за первые 9 месяцев, по данным Росгидромета оказался на 35 км<sup>3</sup> меньше, чем обычно [5,11,12].

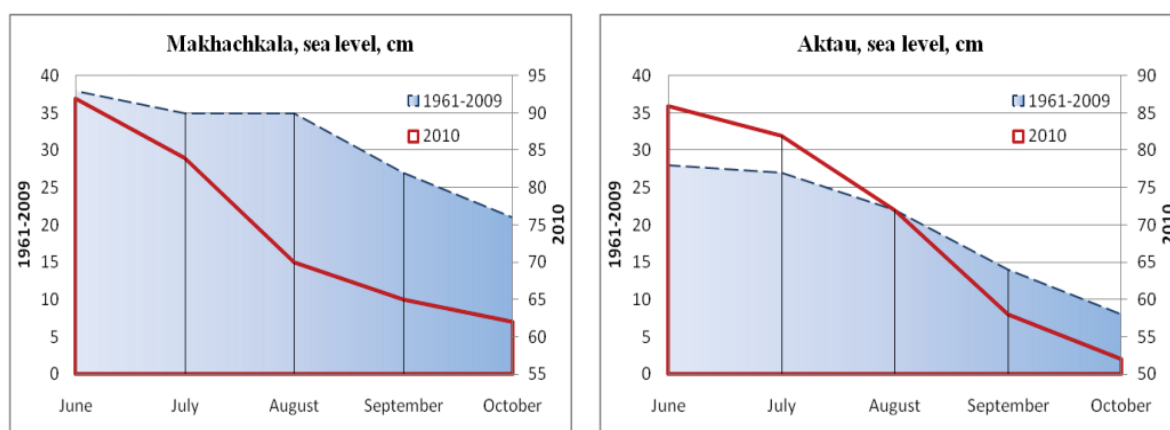


Рисунок 6 – Сезонный спад уровня моря на Западном и Восточном побережьях Среднего Каспия в 2010 году, в сравнении с многолетними данными наблюдений на ГМС Махачкала, Актау

Резкий сезонный спад уровня моря в 2010 г, на 25 см (от – 27,25 до 27,50 м), по мнению специалистов Координационного комитета по гидрометеорологии и мониторингу загрязнения Каспийского моря (КАСПКОМ), подтвердил их предположение о том, что среднегодовой уровень моря в 2011 году, будет как минимум, на 15-20 см ниже, чем в 2010 г. (рис. 7). С большой вероятностью предполагалось, что в 2012 г., уровень моря продолжит снижение, со спадом еще на 10-15 см. и о смене тенденции в колебаниях уровня Каспия можно будет говорить только в 2013 г. По данным, приведенным в Генеральном каталоге уровня Каспийского моря, с начала столетия темпы падения возрастали. Так, в

2010 г. уровень моря снизился на 9 см, а в 2011 году – на 25 в см. Для нашего района исследований, уровень моря в 2009 года составлял – 27,19 м, в 2010 году – 27,25 м, с понижением 6 см, в 2011 году – 27,50 м, - резкий спад (рис. 7). По прогнозу Гидрометцентра России тенденция снижения Каспия, должна была продолжиться в 2012 году, при этом уровень моря, как ожидалось снизится на 10-15 см. В прогнозе КАСПКОМа говорилось о 13 сантиметрах и предполагалось, что основной причиной спада уровня моря станет низкая водность р. Волги. Действительно, сток р. Волги в целом за 2012 год был ниже нормы и вершине дельты достиг небывалого значения, равного 25 км<sup>3</sup>. Это привело к тому, что темпы сезонного снижения уровня моря во второй половине 2012 года, оказались ниже, чем в предыдущие два года [13]. В 2010 году уровень во втором полугодии падал со скоростью 6 см в месяц, в 2011 г. – со скоростью 5 см, а в 2012 году – со скоростью 4 см. По данным ежемесячных данных об уровне Каспийского моря гидрологических морских постов Каламкас, Кулалы, Форт-Шевченко, Актау, Саура, мыс Песчаный, расположенных по всему побережью Мангистауской области, скорость сезонного снижения уровня моря во втором полугодии 2012 года, изменялась от 3 до 9 см. по среднему абсолютному значению (4,5 см/месяц), скорость была на 1,5 см выше средней скорости сезонного повышения уровня моря в первом полугодии 2012 года (3 см/месяц). В результате средний годовой уровень моря в 2012 году, в пределах Мангистауской области снизился относительно предыдущего 2011 года на 5 см и составил – 27,55 БС. В декабре 2012 года средний уровень Каспийского моря составлял – 27,64 м, а в 2013 году уровень моря зафиксирован на отметке – 27,61 м. БС (рис. 7). В то же время, по данным многолетних наблюдений приведенных в Генеральном каталоге уровня Каспийского моря, темпы сезонного повышения уровня в период с января по июнь более стабильны по сравнению с темпами его сезонного снижения в период с июля по декабрь. Скорость сезонного повышения уровня моря обычно находится в пределах 2-4 см/месяц. Исходя из этого КАСПКОМом предполагалось, что средний уровень 2013 года будет находиться между абсолютными отметками – 27,40 и – 27,50 м. БС. Это практически, хотя и незначительное но было бы повышением уровня за пятилетний период. Но, к сожалению прогнозы и предположения оказались ошибочными. Для обоснования этого, приведем прогноз РГП Казгидромет об уровне Каспийского моря в незамерзающей его части на 16-21 января 2014 г. В Среднем Каспии колебание уровня моря ожидается около отметки минус 27,68 м с подъемом до максимальной отметки минус 27,40 м и спадом до минимальной отметки минус 27,83 м.[15]. За период 9-15 января 2014 года, в Северной части Каспийского моря по оперативным данным морских станций и постов Казгидромета: Пешной, Жанбай, Каламкас, Кулалы и Росгидромета – остров Тюлений среднее



значение уровня моря соответствовало отметке минус 27,65 м. По оперативным данным морских станций и постов Казгидромета: Форт-Шевченко, Актау, Фетисово и Росгидромета – Махачкала, среднее значение уровня Каспийского моря, в его глубоководной части соответствовало отметке минус 27,70 м, максимальное - минус 27,47 м, минимальное - минус 27,81 м.

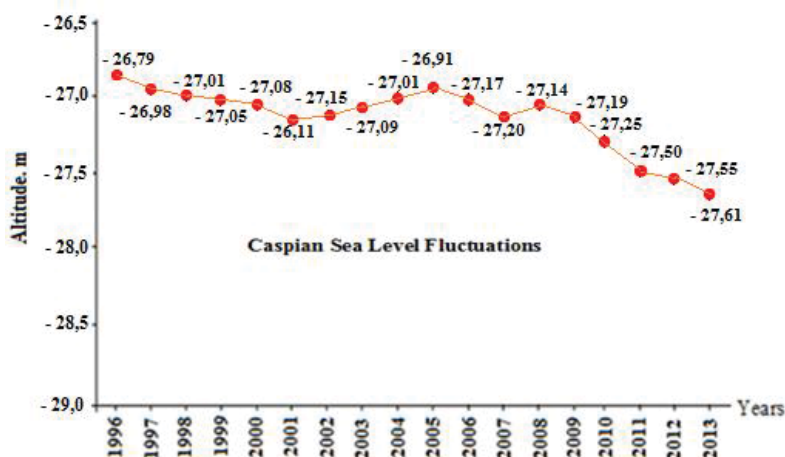


Рисунок 7 – Колебания (спад) уровня Каспийского моря в Мангистауской области в 1960-1977 гг. (Казгидромет)

В той связи, что в работе, нет цели подробного анализа множества прогнозов изменений уровня Каспийского моря, вывод из оценки их результатов будет следующий по тексту. Так, в настоящее время, не было ни одного надежного сбывшегося прогноза. Причиной является, то, что прогнозы имеют разные подходы (детерминистические и вероятностные). Детерминистические прогнозы основаны на уравнениях водного баланса моря. В этой связи, недостаточная разработанность теории и практики долгосрочных прогнозов изменения климата, а вместе с тем и колебаний уровня моря на больших территориях, сдерживают использование детерминистических прогнозов. В 1995-2005-2008 годах, когда началось повышение уровня моря, в большинстве прогнозов предсказывался, особенно в 1996 году, чуть ли не линейный ускоряющийся рост уровня моря до – 25,0 м. БС. Но, в прогнозах не учитывались следующие обстоятельства. Первое – периодическая природа колебаний уровня бессточных водоемов, к которым относится Каспийское море. А вместе с тем, неустойчивость уровня Каспия, а также его периодическая природа подтверждается анализом прошлых и в настоящее время его колебаний. Во-вторых, при уровне моря, - 26 абс. м, в 1995 году, произошло затопление обсохших при низком стоянии уровня крупных заливов-соров на северо-восточном побережье Каспия - Мертвый Култук и Кайдак, а

также низменных территорий в других местах побережья. Это привело к увеличению площади мелководий и как следствие - возрастанию испарения (до 10 км<sup>3</sup>/год). Также, при высоком уровне моря увеличился отток вод в Кара-Богаз-Гол, что замедлило рост уровня Каспийского моря. И наконец, колебания уровня в условиях современной климатической эпохи (последние 2000 лет), выше, ограничены зоной риска (от - 30 до - 25 абс. м). В этой связи тенденция снижения уровня моря продлится как минимум до 2015 года. С учетом антропогенного уменьшения стока уровень моря в ближайшие 15-17 лет, вряд ли превысит отметку – 26- 26,5 абс. м.

Что касается основных причин колебаний уровня Каспия, попытаемся проанализировать опыт и достижения исследований ученых в этой области. Еще в 1836 году Э.Х. Ленцем и А.И. Войковым в 1884 году, впервые колебания уровня Каспийского моря, были объяснены факторами влияния климата, в частности испарения в условиях жаркого климата Туркмении и Мангистауской области, и величины атмосферных осадков. В начале XIX, гидрологи, океанологи, ученые в области физической географии утверждали и были непреклонны в том, что колебания уровня моря зависят в первую очередь от изменения составляющих водного баланса [3,4,7]. При этом большинство исследований основывались на составлении уравнения водного баланса и анализе его компонентов. Так, - изменение объема вод в море является разницей между приходными стоками (речной и подземный) и атмосферными осадками на поверхность моря и расходными (испарение с поверхности моря и отток вод в залив Кара-Богаз-Гол) составляющими водного баланса. Изменение уровня Каспия, есть частное от деления изменения объема его вод на площадь моря. При этом, ведущая роль в водном балансе моря принадлежала соотношению стока рек Волги, Урала, Терека, Сулака, Самура, Куры и видимого или эффективного испарения, разнице между испарением и атмосферными осадками на поверхности моря. При этом, установлено, что наибольший вклад (до 72% дисперсии) в изменчивость уровня дает приток речных вод, а если конкретнее, то зона формирования стока в бассейне Волги. Причины изменения стока Волги, как полагают многие исследователи, связаны, с изменчивостью атмосферных осадков зимой, в зависимости от циркуляции атмосферы. В.Н. Малинин выявил, что первопричину поступления влаги в бассейн Волги надо искать в Северной Атлантике, а конкретно в Норвежском море. Именно там возрастание испарения с поверхности моря приводит к увеличению количества влаги осадков в бассейне Волги. Так, данные о водном балансе Каспийского моря, полученные сотрудниками Государственного океанографического института Р.Е. Никоновой и В.Н. Бортником, убедительно доказывают, что основные причины резкого

падения уровня моря в 30-е годы, и аномального подъема уровня Каспия в 1978-1995 годах - результат изменения речного стока и видимого испарения. Если считать, что сток Волги, является главным фактором изменения водного баланса Каспия, дающий не менее 80% суммарного стока и порядка 70% приходной части, то возникает вопрос связи между уровнем моря и стоком одной лишь Волги. Корреляция этих величин не дает удовлетворительных результатов. Но, связь уровня моря со стоком Волги прослеживается достаточно точно, если учитывать сток реки не за каждый год, а брать последовательную сумму нормированных отклонений ежегодных значений стока от среднемноголетней величины (нормы) [7,8,10]. Даже визуальное сравнение хода средних годовых уровней Каспия и разностной интегральной кривой стока Волги, позволяет выявить их сходство. Если для анализа взять период с быстрым падением (1929-1941 годы) и подъемом уровня (1978-1995 годы), то общий коэффициент корреляции будет 0,987, а отдельно для обоих периодов 0,990 и 0,979 соответственно [11,13]. Приведенные результаты расчетов полностью подтверждают вывод о том, что в периоды резкого понижения или повышения уровня моря сами уровни тесно связаны со стоком, точнее с суммой его ежегодных отклонений от нормы. Если полагали, что с 40-х годов безвозвратное водопотребление привело к сокращению притока всех речных вод к Каспию и снижению его уровня по сравнению с естественным. По В.Н. Малинину, к концу 80-х годов разница между фактическим уровнем моря и восстановленным (естественным) достигла почти 1,5 м. При этом суммарное безвозвратное водопотребление в бассейне Каспия оценивалось в те годы в 36-45 км<sup>3</sup>/год и из них на Волгу приходилось около 26 км<sup>3</sup>/год. Если бы не изъятие речного стока, то повышение уровня моря началось бы не в конце 70-х, а в конце 50-х годов. Что касается оценки влияния безвозвратного водопотребления на уровень Каспия необходимо отметить, что прогноз объемов водозабора и потерь на испарение с поверхности водохранилищ в бассейне Волги, по-видимому, существенно завышены. Вместе, с тем немаловажным является и фактор возможного повышения уровня воды, по закону Архимеда, в результате погруженных в море буровых и целых шельфов, искусственных островов, железобетонных кессонов, и комплексов нефтепереработки, объемы и площадь которых практически в настоящее время трудно поддаются подсчету. На основании изложенного выше, можно предположить, что 2014 год, будет годом, с которого пойдет отсчет нового периода повышения на следующие 17 лет до 2040 года. При этом, колебание ожидается с подъемом на 9-11 см и в 2015 году отметка уровня моря должна составить – 27,50 м. БС. При этом циклы понижения будут не более 2-3 лет.

## Примечания:References.

- [1] Лукин И.Н. Каталог уровенных наблюдений гидрометеорологических станций и постов, расположенных на Каспийском море. М.: Гидрометеиздат, 1964. 131 с.
- [2] Каталог уровенных наблюдений гидрометеорологических станции и постов, расположенных на Каспийском море. Алматы.: Казгидромет, 2009.
- [3] Калинин Г.П. и др. Водобалансовые расчеты будущих уровней Каспийского моря //Метеорология и гидрология. –1968. – № 9. – С. 45–52.
- [4] 4.Смирнова К.И. Водный баланс и долгосрочный прогноз уровня Каспийского мор// ТрудыГидрометцентра СССР. – 1972. – Вып. 94. – 122 с.
- [5] Архипова Е.Г., Крюков В.В., Молошникова В.Н. Возможные изменение уровня и других элементов гидрологического режима Каспийского моря // Тр. ГОИН. 1972. Вып. 115. С. 5-19.
- [6] Смирнова К.И. Режим современного и прогноз будущего уровня Каспийского моря // Метеорология и гидрология. 1974. №1. С.50-62.
- [7] Варущенко С.И., Варущенко А.Н., Клиге Р.К. Изменение режима Каспийского моря и бессточных водоемов в палеовремени. Москва: Изд-во «Наука», 1987. 240 с.
- [8] Гидрометеорологические ежегодники Каспийского моря за 1939-1988 гг.Гидрометеиздат, Л.
- [9] Гидрометеорология и гидрохимия морей. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. Т. 6: Каспийское море, вып. 1: Гидрометеорологические условия. 359 с.
- [10] Kosarev A.N., Yablonskaya E.A. The Caspian Sea. Academic Publishing. // The Hague. 1994. 259 pp.
- [11] Михайлов В.Н., Повалишников Е.С. Еще раз о причинах изменений уровня Каспийского моря в XX веке // Алматы: Вестник МГУ. Сер. 5, География. 1998. № 3. С. 35-38.
- [12] Шикломанов И.А., Георгиевский В.Ю., Ежов А.В. Вероятностный прогноз уровня Каспийского моря / В сб.: Гидрометеорологические аспекты проблемы Каспийского моря и его бассейна. – СПб.: Гидрометеиздат, 2003. – С. 327–341.
- [13] Косарев А.Н., Никонова Р.Е. Современные колебания уровня Каспийского моря: причины, последствия, тенденции// Вестник Каспия. – 2006. – №4 (60). – С. 40–59.
- [14] Ергалиев Т.Ж. Мониторинг геосферных процессов Казахстанской части Каспия // Вестник КазНУ им. Аль-Фараби. Серия экологическая. – 2009. - № 1 (24). С. 3-14.

- [15] Сырлыбеккызы С., Кенжетаев Г.Ж., Тайжанова Л.С. Анализ результатов воздействия нефтедобывающих предприятий - промыслов на загрязнение почвы в прибрежной зоне Каспия //Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы нефтегазового отрасли», Актау 2013 г., С .253-261.
- [16] [http://www.kazhydromet.kz/ru/obzor\\_vody](http://www.kazhydromet.kz/ru/obzor_vody) // Прогноз уровня Каспийского моря в незамерзающей его части на 23-28 января 2014 г.





THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ АГРОЭКОСИСТЕМЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА

<sup>1</sup>Назия Сулейменова, <sup>2</sup>Маргарита Филипова, <sup>1</sup>Сандугаш Жараспаева

<sup>1</sup>КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Г. АЛМАТЫ, РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН,  
E-mail: [naziya44@gmail.com](mailto:naziya44@gmail.com), [sanzhar79@yandex.ru](mailto:sanzhar79@yandex.ru)

<sup>2</sup>РУСЕНСКИ УНИВЕРСИТЕТ ИМ.АНГЕЛЬ КЫНЧЕВА ,  
РУСЕ, РЕСПУБЛИКА БОЛГАРИЯ  
E-mail: [nslivanov@abv.bg](mailto:nslivanov@abv.bg)

## ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC PROBLEMS OF AGRO- ECOSYSTEM UNER AGRICULTURAL INTENSIFICATION IN CONDITIONS OF SOUTHEASTERN KAZAKHSTAN

<sup>1</sup>Naziya Suleimenova, <sup>2</sup>Margarita Filipova, <sup>1</sup>Zharaspayeva Sandugash

<sup>1</sup>KAZAKH NATIONAL AGRARIAN UNIVERSITY,  
ADDRESS: 050010 ALMATY, KAZAKHSTAN,

<sup>2</sup>ANGEL KYNCHIEV UNIVERSITY, ROUSSE,  
ADDRESS: 7007 ROUSSE, 1 PROF. IVAN IVANOV STR., BULGARIA,

**ABSTRACT:** This article suggests solutions to environmental problems of agro-ecosystem under agricultural intensification, the need to optimize the structure of agro-ecosystem by increasing the portion of highly profitable culture with a good amino acid and protein composition, soybean in particular, improvement of crop rotation with increase of environmentally profitable crops' portion, that help to restore and improve soil fertility .

**KEY WORDS:** ecology, agro-ecosystem, soybean, intensification, fertilizers, agriculture, soil fertility.

### **Актуальность.**

Среди отраслей общественного производства сельское хозяйство при своей деятельности оказывает наибольшее воздействие на ресурсы биосферы, чем в любой другой деятельности. Любой труд в сельскохозяйственном производстве - это по существу использование природы, окружающей нас естественной среды для удовлетворения потребностей человека. Это производство постоянно использует земельные, водные, растительные, животные и энергетические ресурсы экосистемы, оказывая на природу большее воздействие, чем любая другая отрасль [1].

Сельское хозяйство необходимо рассматривать как огромный, постоянно действующий механизм культивирования живых природных богатств. Поэтому в условиях аграрного производства использование природных ресурсов и, прежде всего, земли должно сочетаться с мерами по ее охране с учетом возможных преобразований в агроэкосистемах [2].

В настоящее время на нашей планете на долю земельных ресурсов приходится около 149 млн км<sup>2</sup> (29,2 % от общей поверхности Земли) территории. Под пашней и многолетними насаждениями в составе сельскохозяйственных угодий занято около 15 млн км<sup>2</sup> (10 % суши), под сенокосами и пастбищами — 37,4 млн км<sup>2</sup> (25 %). Общая площадь пахотно-пригодных земель оценивается по разному: от 25 до 32 млн км<sup>2</sup>. Площадь пахотных земель в России составляет 12,9 млн га. А, в нашей Республике согласно данных Министерства сельского хозяйства РК, общая посевная площадь сельскохозяйственных культур страны 2012 году составляет 21,5 млн га [3].

И эти ресурсы должны обеспечить население страны продовольствием. Практически все сельскохозяйственные угодья республики расположены в районах рискованного земледелия, и большие территории находятся в засушливых зонах.

Последние годы наблюдалось сокращение площади земель сельскохозяйственного назначения. Основными причинами уменьшения площади сельхозугодий являются деградация почвенного покрова и водных ресурсов в земледельческих зонах мира, а также засоление почв в зоне орошаемого земледелия [3,4].

При функционировании сельскохозяйственного комплекса, почвы подвергаются постоянному механическому (при обработке), химическому (под действием удобрений, ядохимикатов и тяжелых металлов и т.д.) воздействию.

С ростом интенсификации сельского хозяйства происходит существенное увеличение поступающей в почву энергии. Например: затраты энергии составляют (ГДж/га в год) в примитивно-натуральном хозяйствовании – 2-5, традиционном земледелии – 6-11 в интенсивном земледелии - 12-15, в

высокоинтенсивном -15-20. При достижении затрат энергии свыше 15 ГДж/га в год возникают проблемы обусловленные антропогенным воздействием.

В сельскохозяйственной отрасли почва является основным средством производства. При возделывании культурных растений, с полей отчуждаются основной (зерно, корнеплоды, овощи и др.) и побочный урожай (солома, листья, ботва и др.). При этом размыкается частично или полностью биологический круговорот веществ, нарушается способность почвы к саморегуляции и снижается плодородия почвы. Даже частичная потеря гумуса, не дает почве возможность выполнить в полной мере свои экологические функции и она начинает деградировать т.е. ухудшать свои свойства. Наибольшая степень деградации почвы наблюдается в агроэкосистемах, что связано с нарушением видового разнообразия растительных сообществ, которое бывает у природных экосистемах. Если в природных экосистемах биомасса фитоценоза остается в поле, то в агроэкосистемах, как сказано выше они отчуждаются, т.е. нет естественного восстановления элементов плодородия почвы [5].

В решении этих проблем важнейшим направлением является интенсификация земледелия, где широко используются минеральные удобрения для оптимизации питательного режима и применение пестицидов – оптимизации фитосанитарного состояния почвы. Но, в свою очередь при химизации земледелия возникает экологическая проблема. При длительном, систематическом применении химических средств в земледелии, существует реальная возможность накопления их остатков, прежде всего в почве, а также в растениеводческой продукции.

Поэтому в данной статье мы нацелились показать решение этих проблем в конкретных почвенно-климатических условиях, необходимость оптимизации структуры агроэкосистемы, путем повышения доли высокорентабельных культур с хорошим аминокислотным, белковым составом, усовершенствования севооборотов с увеличением доли экологически выгодных культур, которые способствует восстановлению почвенного плодородия.

### **Методика и объекты исследования.**

Объектом исследования являются масличные культуры, сорные растения, экспериментальные исследования проведены по общепринятыми классическим приемами: полевыми опытами и экспериментальными наблюдениями. Полевые опыты заложены в УОС «Агроуниверситет» коротко ротационном севообороте и на территории ЧАФ «Турген» в условиях юго-востока Казахстана.

### Результаты и обсуждения.

При интенсификации земледелия в условиях юго-востока Казахстана для решения эколого-экономических проблем агроэкосистемы нами изучены приемы экологизации земледелия и повышения плодородия почвы. Рассмотрены нетрадиционные приемы воспроизводства и повышения плодородия почвы, направленные на использование биологических особенностей зернобобовой культуры-сои. Соя, находясь в симбиозе с клубеньковыми бактериями, обогащает почву азотом (табл.).

Таблица - Влияние биологической особенности сои и минеральных удобрений на содержание подвижных форм питательных веществ в лугово-каштановой почве

| Изучаемые варианты-нормы удобрений              | Слой почвы, см | Содержание подвижных форм N- NO <sub>3</sub> |               |
|-------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------|---------------|
|                                                 |                | в фазу ветвления                             | перед уборкой |
| Без удобрений                                   | 0-20           | 14,9                                         | 7,1           |
|                                                 | 20-40          | 8,8                                          | 6,9           |
| P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>                 | 0-20           | 19,7                                         | 11,1          |
|                                                 | 20-40          | 9,6                                          | 13,8          |
| N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub> | 0-20           | 28,3                                         | 18,9          |
|                                                 | 20-40          | 22,9                                         | 12,8          |

Полученные результаты динамики подвижных форм питательных элементов по периодам роста и развития сои показывают, что благодаря стимулирующей способности сои активизируется биологическая способность почвенной микрофлоры. А, именно клубеньковые бактерии в корнях сои в симбиозе повышают содержание подвижных форм азота (N-NO<sub>3</sub>) в верхнем 0-20см слое почвы.

На вариантах без удобрений содержание N-NO<sub>3</sub> составляет 14,9 мг/кг почвы, при внесении удобрений P<sub>60</sub>K<sub>30</sub> – 19,7 мг/кг и N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>30</sub>– 28,3 мг/кг почвы в фазу ветвление сои. Из этого количества содержание нитратного азота идет на формирование урожая сои и к концу вегетации их содержание снижается до 7,1 и 18,9 мг/кг почвы, сохраняя тенденцию влияния жизнедеятельности клубеньковых бактерий перед уборкой. В среднем в верхнем 0-40см слое почвы складываются оптимальный азотный питательный режим почвы для возделываемой культуры и после ее уборки с накоплением их в достаточном количестве в почве.

Кроме того после уборки сои остается в почве большое количество органических веществ т.е. корневых остатков, что является неисчерпаемым, постоянно возобновляемым источником органического

вещества. После уборки сои в почве остается 70-80 кг/га усвояемого азота, что приравнивается к внесению 2-3 ц минеральных азотных удобрений или 30-40 т навоза.

Также нами определено место сои в севообороте, как агроприем, обеспечивающий научно-обоснованное размещение, повышение плодородия почвы и урожайность. В этом случае в силу биологической особенности предшествующих культур не требуются дополнительные финансовые затраты, оптимизируется структура агрофитоценоза с уменьшением количества сорной растительности.

В зависимости от особенностей условий возделывания предшествующих культур видовой состав и количество сорного компонента агрофитоценозов резко отличаются. Засоренность посевов сои в плодосменном севообороте малолетними и многолетними сорняками после хороших предшественников были существенно ниже, в сравнении с их бессменными посевами. Нужно отметить, что в зависимости от предшественников засоренность посевов сои определяется двумя основными факторами: во-первых, способностью самой культуры подавлять сорные растения, т.е. конкурентоспособностью; во-вторых, особенностями технологии ее возделывания. В условиях орошаемой зоны урожайность сои на бессменных посевах составляет соответственно 21,7 ц/га, при возделывании ее после оптимального предшественника - озимой пшеницы повышается до 28,8 ц/га, а после кукурузы соответственно до 27,2 ц/га, где прибавка сои составляет 5,5-7,1 ц/га.

Таким образом усовершенствование севооборотов с увеличением доли экологически выгодных зернобобовой культуры - сои обеспечивает научно-обоснованное размещение, повышение плодородия почвы и урожайность. Поскольку в силу биологической особенности предшествующих культур не требуются дополнительные финансовые затраты, оптимизируется структура агроэкосистемы с уменьшением количества сорной растительности.

При интенсификации в агроэкосистемах главное предпочтение отдается экологическому обоснованию почвенных условий так, как при применении определенной технологии выращивания идет изменение факторов плодородия почвы. Под влиянием антропогенных воздействий (внесение удобрений, обработка почвы и др.) происходит изменение структуры почвы, порового пространства и в целом ее сложения.

При внесении удобрений и обработки почвы происходит распыление структуры и ухудшение агрегатного состава почвы. Наблюдения за изменением структурного состояния почвы показали, что отвальная основная обработка почвы оказывает существенное влияние на агрегатный состав почвы, распыляя ее структуру. А почвоохранная - плоскорезная обработка почвы улучшает агрегатный состав почвы. Для урожая вредна как



рыхлая, так и переуплотненная почва, а ее оптимальное значение создает наилучшие условия для жизни растений.

По И.Б. Ревуту «...плотность, или сложение почвы оказывает влияние непосредственно на рост и продуктивность растений, поэтому ее можно рассматривать как элемент плодородия почвы». Структура во многом определяет величину плотности сложения почвы, ее пористость, и, следовательно, можно регулировать условия водно-воздушного режима посевов.

В наших исследованиях объемная масса пахотного 0-20см слоя почвы на посевах сои колебалась в пределах 1,21-1,27 г/см<sup>3</sup>, где большие отклонения не наблюдаются. Однако надо отметить, что между полями севооборота имеются некоторые расхождения, так например: под культурой соя по сравнению с другими культурами величина объемной массы несколько меньше – 1,20г/см<sup>3</sup>.

На удобренных вариантах посева сои по сравнению с первоначальной величиной плотности почвы, при чередовании культур в течение 3-х лет несколько уменьшается, что особенно заметно под культурой предшествующей сои, которая колеблется в пределах 1,18 г/см<sup>3</sup> и 1,20 г/см<sup>3</sup>. С глубиной этот показатель увеличивается. Между культурами закономерность, отмеченная в год закладки опыта, сохраняется, т.е. самый оптимальный показатель объемной массы отмечен под культурой соя (1,18 г/см<sup>3</sup>). Это видимо, связано с биологическими особенностями этой культуры и величиной накопления корневых и пожнивных остатков, которые связывают распыленные частицы в агрономические ценные агрегаты.

Таким образом для восстановления элементов и повышения плодородия почвы в конкретных почвенно-климатических условиях при интенсификации земледелия необходимым условием является оптимизация структуры агроэкосистемы с увеличением доли экологически выгодной культуры и применением оптимальных доз минеральных удобрений.

### **Заключение.**

Полученные результаты динамики подвижных форм питательных элементов по периодам роста и развития сои показывают, что благодаря стимулирующей способности сои активизируется биологическая способность почвенной микрофлоры. А, именно клубеньковые бактерии в корнях сои в симбиозе повышают содержание подвижных форм азота (N-NO<sub>3</sub>) в верхнем 0-20см слое почвы от 14,9 мг/кг до 19,7 мг/кг при внесении удобрений P<sub>60</sub>K<sub>30</sub> и 28,3 мг/кг- N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>30</sub>, этим самым в корнеобитаемом слое складывается оптимальный азотный питательный режим для возделываемой культуры. Так как после уборки сои в почве остается 70-80 кг/га усвояемого азота, что приравнивается к внесению 2-3 ц минеральных

азотных удобрений. Вследствие чего снижается экологическая напряженность вызванная интенсификацией земледелия.

Усовершенствование севооборотов с увеличением доли экологически выгодных зернобобовой культуры - сои обеспечивает научно-обоснованное размещение, повышение плодородия почвы и урожайность. Поскольку в силу биологической особенности предшествующих культур не требуются дополнительные финансовые затраты, оптимизируется структура агроэкосистемы с уменьшением доли сорной растительности.

Итак, для восстановления элементов и повышения плодородия почвы в конкретных почвенно-климатических условиях при интенсификации земледелия необходимым условием является оптимизация структуры агроэкосистемы с увеличением доли экологически выгодной культуры и применением оптимальных доз минеральных удобрений.

#### **Литература.**

- [1] Черников В.А., Алексахин Р.М., Голубев А.В. и др. Агроэкология / В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев и др.; Под ред. В. А. Черникова, А.И. Чекереса. М.: Колос, 2000. - 536 с. ил. 2.
- [2] Миркин Б.М. Беседы об устойчивости экосистем / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова // Экология и жизнь. - 2005. - № 2. - С. 33-37.
- [3] Природные ресурсы Казахстана, их использование и охрана. Почвенные ресурсы и их охрана. Алишева К. //Экология- Алматы HAS ,2006. – С .64-105.
- [4] Margarita Filipova Determination of integrated environmental indicators of the impact of pollutants into water bodies. // Journal Scientific and Applied research .volume 2, 2012 p.94-100.
- [5] Suleymenova, N. I. Raiymbekova and D. Petkova. Ecological Aspects of Resource-Saving Technology of Soybean, Bulg. J. Agric. Sci. 2012, . V.18 N.2. P.230-238.



THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ИЗПОЛЗВАНЕТО НА СТЕГАНОГРАФИЯ В СОЦИАЛНИТЕ МРЕЖИ FACEBOOK И GOOGLE+

Николай Досев, Христо Христов, Светлин Илиев

ШУМЕНСКИ УНИВЕРСИТЕТ „ЕПИСКОП КОНСТАНТИН ПРЕСЛАВСКИ“

E-MAIL: ndosev@abv.bg, hristov63@abv.bg, svetliniliev1@gmail.com

## POSSIBILITY OF USING STEGANOGRAPHY IN THE SOCIAL NETWORKS - FACEBOOK AND GOOGLE +

Nikolai Dosev, Hristo Hristov, Svetlin Iliev

SHUMEN UNIVERSITY “BISHOP KONSTANTIN PRESLAVSKI”

**Abstract:** Online social networking is available to anyone who wants to sign up. Many people are using those OSN with the intention to chat, share information or to receive information from their friends. According to the US National Institute of Justice, the most common use of steganography in OSN is for the possessions and storage of child pornography images. It may well be used to commit fraud, terrorist activities and other illegal acts also. It was discovered that the OSN are a perfect platform for using steganography.

**Key words:** osn, fecebook, Google+, steganology, computer steganography, network steganography, social engeneering.

### 1. ВЪВЕДЕНИЕ

Търсене с ключова дума „стеганография“, проведено в Интернет през 1996 г., показало общо 12 резултата. През 1998 г. – повече от 1000 резултата. Същото търсене, проведено през 2008 г. чрез Интернет търсачката Google, отговорило с 2,2 милиона резултата. Очевидно, интересът към науката с времето се е повишил, а това от своя страна води и до повишаване броя на трудовете в областта. Разбира се, обикновеният престъпник може и да не знае какво е стеганография, но той определено ще знае какво е тайно предаване на съобщения. По време на писането на доклада търсачката Google отвърща с над 80 млн. препратки, които се

свързват с думата „стеганография“[1]. Да се отгатне по какъв начин един престъпник може да използва стеганографията е лесно, но в един модерен и пълен с възможности за комуникация свят, би трябвало да бъдат изследвани възможностите за това. Социалните мрежи са социален феномен, който с годините се настани трайно в живота на човека. Вече комуникация с приятели, роднини, компании и много други, се извършва онлайн. Това прави лесно незабелязаното използване на стеганография в тях. Според щатския „US National Institute of Justice“, най-честата употреба на стеганография се свързва с детската порнография. Също така се използва за измами, терористични дейности и други нелегални дейности[2].

Наскоро много от агенциите за сигурност в САЩ оповестиха, че социалните мрежи (OSN), се използват като средство в техните разследвания и, че снимките, съобщенията и публикациите в тях могат да бъдат използвани в съда. Изследване на U.S. Citizenship and Immigration Services (USCIS), показва че повече от 62% от правораздавателните органи в 48 щата и окръг Колумбия използват информация, придобита от социалните мрежи и профилите на обвиняемите. Социалните мрежи все още са в своя пик и това се доказва от статия на UK BBC за нарастването на престъпленията, свързани с тях, осем пъти.

Всички тези факти допринасят за заключението, че се налага изследване на възможностите на социалните мрежи, за използването на стеганография в тях. Целта на този доклад е да разкрие част от заключенията и резултатите, до които авторският колектив стигна по време на изследванията. Ще бъдат представени възможностите за споделяне в две от най-разпространените социални мрежи – Facebook и Google+. Ще бъдат направени препоръки и ще бъдат очертани насоки към бъдещи изследвания по въпроса.

## **2. СЪЩИНСКА ЧАСТ**

Скриването на информацията, въобще като понятие, се свързва с наука, наречена стеганография, а техниките за скриване на информация са наречени стеганографски методи. Стеганографска система или стегосистема е съвкупност от средства и методи, които се използват за формиране на скрит канал за предаване на информация (данни).

Когато през V век пр.н.е. гръцкият тиранин Хистий, държан като затворник от цар Дарий, трябвало да изпрати тайно съобщение на зет си, той обръснал главата на един роб и татуирал съобщението на скалпа му. Когато косата на роба пораснала, той тръгнал на път. Така Херодот описва един от първите случаи на използване на стеганографията в древния свят. С течение на времето тя се превърнала от изкуство в наука, целяща да помага на хората да скрият не само съобщението, а и факта, че такова

съобщение съществува. Древните римляни пишели между редовете със симпатично мастило, което било направено от естествени съставки като плодови сокове, урина и мляко, предавали сведения чрез дървени предмети, в които скритата информация се е защитавала от тънък слой восък и др.

Думата „стеганография” произлиза от гръцката дума „steganos” (скрит, покрит) и „-graph” (рисунок или писание), от които се получава и нейното значение на нещо написано и скрито. Стеганографията се различава от криптографията. При криптографията се вижда текст, който е неразбираем, ако липсва подходящ код за неговото разчитане. В стеганографията изобщо няма да се разбере, че такъв текст съществува, ако това не се знае предварително, например, ако текстът е написан със симпатично мастило [5].

Стегосистемата трябва да бъде направена така, че да ограничи възможностите на „противника” за евентуално разкриване на скритата информация. В качество на данни може да се използва всякаква информация: текст, съобщение, изображение и др., като различните видове стегосистеми скриват тези данни в различни видове „носещи” файлови формати.

Стеганографският механизъм се състои от „контейнер“, тайно съобщение, прикрепящ алгоритъм, извличащ алгоритъм, стего-ключ и комуникационен канал. По време на стеганографския процес, тайното съобщение се прикрепя към контейнера с помощта на прикрепящия алгоритъм и стего-ключа, за да се създаде стего-обектът. Така получения стего-обект можем да транспортираме чрез социална мрежа, e-mail, website, блог, MMS съобщение и т.н. Получателят на стего-обекта, респективно на тайното съобщение, извлича съобщението, чрез извличащия алгоритъм и стего-ключа[2].

Широкото използване на цифрови изображения и, в същото време, значителните излишни битове ги направиха широко използвани като „контейнери“ с цел пренос на информация.

„Социална мрежа” е сдружение на хора, съставено заедно със семейство, работа или хоби. Този термин е въведен за пръв път през 1954 г. от Дж. А. Барнс [3]. По този начин, социална мрежа е социална структура, съставена от индивиди (или организации), наречени „възли”, които са обвързани (свързани) с един или повече специфични видове взаимозависимост, като приятелство, родство, общи интереси, финансови борси, нехаресвания, сексуални взаимоотношения, както и връзката на вярвания, знания или престиж. Когато комуникацията се извършва чрез Интернет, тогава говорим за Online social Network. Съществуват много определения за социална мрежа, но разработката разглежда социалната мрежа като: „Ние определяме социални мрежи сайтове като веб-базирана



услуга, която позволява на хората: изграждане на публичен или полупубличен профил в рамките на ограничена система, артикулиране списък на други потребители, с които те споделят една връзка, едно виждане в списъка си на връзки и тези, направени от другите в рамките на системата”.

В OSN основното представяне на участниците е чрез профили. Тези профили могат да съдържат информация като снимки, възраст, местожителство, месторабота, интереси, приятели, семейно положение и др. Чрез тези профили, участниците комуникират помежду си чрез съобщения, статуси, публикации, снимки, видео и др. В тази секция ще бъдат изследвани възможностите за споделяне на снимки във Facebook и Google+. Всяка от двете мрежи има своя собствена политика при споделянето на снимки и тяхното изучаване, което ще бъде ключово за изследването.

Обикновено OSN, както OPS, прилагат някои обработки на изображения преди публикуването им, например чрез преоразмеряване, преименуване, компресиране, и др. Извършва се характеризиране на обработката, осъществявана от някои OSN/OPS. Изследването установи, че Facebook, за разлика от Google+, извършва активна атака върху снимките, споделяни в нейната платформа. Тези активни атаки се оказват „препъни камък“ за използваните стеганографски експерименти в изследването.

Изследване, проведено през 2011 г. от Castiglione, Cattaneo & De Santis върху социалните мрежи – Facebook, Badoo и Google+, разкрива какви са по-точно промените, извършвани от социалните мрежи. Ще бъдат разгледани ограниченията само за Facebook и Google+ с оглед целта на разработката. Facebook променя размера на изображенията на резолюция на 720 или 2048 пиксела за изображения с висока резолюция, както и преименува с низ, съдържащ наред с други неща Facebook цифров потребителски ID, както и последователност – броя на снимката[4]. Двете резолюции, 720 и 2048 пиксела, са по-голямата част от изображенията. Когато Facebook преоразмерява, мащабира по-голяма част от изображението на една от двете резолюции и модифицира от другата страна, запазвайки първоначалното съотношение на размерите на изображението. Picasa на OPS, разработени от Google, не изпълняват никаква преработка нито в решението, нито свиване на публикуваните изображения. В действителност, когато представят изображения на резолюцията, управлявана от Picasa, т.е. „оригинална резолюция” – 1600, 1200 или 640 пиксела (по-голямата част) изображенията остават непроменени. Друг основен проблем при използването на стеганографски методи за предаване на информация е фактът, че Facebook приема само снимки във формат JPEG. Всички други формати, ще бъдат преобразувани в JPEG и това, респективно, би увредило съобщението до степен на

невъзможност за извличане. Google+, от своя страна приема, JPEG, BMP, PNG и GIF формати, без те да бъдат преобразувани по някакъв начин[4].

Всички ограничения по отношение размера и формата на снимките във Facebook се отнасят само за трите функции за споделяне и изпращане на снимки, те не засягат функцията за изпращане на файлове. При нейното използване снимката запазва оригиналния си формат, бил той BMP, JPEG, GIF, PNG и TIFF. Именно тази функция дава статуса на „използваема“ социална мрежа от гледна точка на предаването на тайни съобщения.

Начините за споделяне на снимки във Facebook са три, към тях трябва да прибавим и ключовата опция за споделяне на файлове, с която общо възможностите ни, нарастват до четири. Най-често споделяне се извършва, чрез качване на снимки през функцията „Add Photos/Video” или чрез създаване на „Album”. И двете функции са достъпни от стените, както на лични профили, така и на стените в групи. Друг начин за изпращане на „контейнер“ е чрез опцията за изпращане на снимки, чрез съобщения.

Все пак и трите предложени начина подлежат на активна атака чрез компресия, преоразмеряване, промяна на формата и т.н. Единственият способ, който не подлежи на такива атаки е способа за изпращане на файлове в група. Тези файлове не подлежат на никаква модификация от Facebook. Когато говорим за споделяне на файлове в групи, трябва да отбележим и възможностите за достъпност на тези групи. Съществуват три варианта за достъпност, като нивото им, се определя от създателя на групата при нейното създаване. Трите варианта са – отворена, затворена, и тайна група. Ако една група е отворена, то публикациите в нея и нейните членове ще бъдат видими за всекиго, както и всеки ще може да се включи в тази група. При затворените групи всеки може да види, че съществува такава група, както и нейните членове, но само членовете могат да виждат публикациите в нея. Не така стоят нещата при тайните групи, при тях само членовете на групата могат да видят, че такава група съществува, както и нейните членове и самото ѝ съдържание.

Споделянето на снимки в Google+, е сравнително по-просто от това във Facebook. В Google+ има базова опция за споделяне на снимки „add photo” (добави снимка), но също така има и опцията „+Share” функция. Потребителите могат да качат снимка моментално в определения от тях „кръг“ или избран албум. За разлика от Facebook, Google+ не подлага на предварителна компресия качваните снимки. Ако снимката е в съгласие с политиката за качване, то тя ще бъде публикувана без допълнителна намеса. Потребителите могат да ограничат достъпа до снимките си или да ги направят видими за всички или пък само за определени кръгове. „Кръг“ в Google+ е подобен на списък с приятели във Facebook, като потребител може да създава неограничен брой кръгове, в зависимост от нуждите си. Кръговете могат да се обособят като приятелски, познати, семейство и т.н.

Например ако Алис би искала да сподели изображение, което е „контейнер“ със скрита информация, с Боб, тя би добавила Боб, в свой кръг и би му разрешила видимост на своя профил.

Предимството, при използването на Google+ за транспортирането на стеганографски изображения, генерирани от JP Hide and Seek, S-Tools, StegHide, HIP, GIF-it-Up, F5, SteganPEG, SilentEye и т.н. ще бъдат качени директно, стига те да са във формат JPEG, BMP, PNG или GIF, и да не надвишават 2048 пиксела в широчина или височина. Снимките ще бъдат транспортирани без никаква намеса от страна на платформата. Важно е да се отбележи, че „контейнери“, създадени, чрез SilentEye са видимо изменени, което непременно ще събуди подозрителност на даден етап, за това се препоръчва използването на различен софтуер. Също така е препоръчително използването на „контейнери“ във формат JPEG, защото той е най-използваният формат в Интернет [7].

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стеганографията винаги е била потенциална заплаха за компютърната сигурност, особено когато се злоупотребява с нея. Поначало, замисълът и е сигурност на съобщенията и осигуряването на конфиденциалност, тя иронично може да бъде огромна заплаха, при злоупотребяването с нея. Докато агенциите за сигурност се стремят да разберат кой, кога, къде, какво и как, стеганографията може да направи отговарянето на тези въпроси много трудно.

Стеганографията в социалните мрежи е един модерен прочит на една стара идея, тайно предаване на информация. Наистина е трудно да се определи кога стеганографията се използва с добри намерения и кога не, но изследванията по въпроса би трябвало да се увеличат. Настоящият труд няма претенции за пълнота относно използването на стеганография в OSN, като цяло. Поради ограничението за обем на работата, не могат да се изложат всички факти и препоръки по въпроса. Направените изследвания и твърдения се отнасят само за двете социални мрежи – Facebook и Google+. В същото време в света има над 1000 популярни социални мрежи, чиито възможности не са засегнати. Като прибавим и възможностите за използването на звукови файлове, видео, текст и т.н. и комбинациите между тях, възможностите пред стеганографията се увеличават значително. Също така е възможно използването на софтуерни програми за прикрепяне на информация, различни от използваните в изследването. Възможно е също така престъпници, които са технически грамотни, да създадат свой собствен софтуер. Всички тези възможности налагат по-задълбочено изследване на социалните мрежи като място, подходящо за използването на стеганография.

## Литература:

- [1] Hayati, P., Potdar, V., & Chang (2007). A survey of steganographic and steganalytic tools for the digital forensic investigator.
- [2] Hayes, G.(2011). Social media used for criminal investigations. The Record. URL: <http://therecordlive.com/2011/08/24/social-media-used-for-criminal-investigations/>
- [3] Hosmer, C. & Hyde(2003). Discovering covert digital evidence. Digital Forensic Research Workshop (pp1-5). Cleveland, Ohio.
- [4] Huber, M., Schrittwieser, S., Mulazzani, M., Wondracek, G., Leithner, M. & Weppel, E.(2011). Social snapshots: Digital forensics for online social networks. Annual computer Security Applications Conference (ACSAC).
- [5] Станев, С. Стеганологична защита на информацията. Университетско издателство, Шумен-2013, ISBN 978-954-577-825-4.
- [6] Zielinska, E., W. Mazurczyk, K. Szczypiorski. The Advent of Steganography in Computing Environments. In: Computing Research Repository (CoRR), abs /1202.5289, arXiv.org E-print Archive, Cornell University, Ithaca, NY (USA), published on 23 February 2012. [онлайн]. [прегледан 2.04.2013]. <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1202/1202.5289.pdf>
- [7] Dimanova D., "Possible approaches to crisis management", International Conference on Bionics and Prosthetics, Biomechanics and Mechanics, Mechatronics and Robotics, Latvia - Riga, ISBN 978-9934-18409-0-6, 2013, pp. 144-146.



THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## НЕРЕДНОСТИТЕ И ИЗМАМИТЕ ПРИ УСВОЯВАНЕ НА СРЕДСТВАТА ОТ ЕС – ЗАПЛАХА ЗА НАЦИОНАЛНАТА И ФИРМЕНАТА СИГУРНОСТ

Юлиян Марков<sup>1</sup>, Христо Христов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ДЪРЖАВЕН ФОНД „ЗЕМЕДЕЛИЕ“

<sup>2</sup>ШУМЕНСКИ УНИВЕРСИТЕТ „ЕПИСКОП КОНСТАНТИН ПРЕСЛАВСКИ“

E-mail: yuli\_markov@abv.bg, hristov63@abv.bg

## THE IRREGULARITIES AND FRAUDS AT THE TIME OF PUTTING EUROPEAN UNION FUNDS TO USE AS A THREAT FOR NATIONAL AND COMPANY SECURITY

Yuliyan Markov<sup>1</sup>, Hristo Hristov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>STATE FUND AGRICULTURE

<sup>2</sup>SHUMEN UNIVERSITY “BISHOP KONSTANTIN PRES LAVSKI”

**Abstract:** *The overall objective of this new Commission Anti-Fraud Strategy is to improve prevention, detection and the conditions for investigations of fraud and to achieve adequate reparation and deterrence, with proportionate and dissuasive sanctions, and respecting the due process, especially by introducing anti-fraud strategies at Commission Service level respecting and clarifying the different responsibilities of the various stakeholders. Article 325 of the Treaty on the functioning of the European Union (TFEU) requires the Commission and the Member States to counter fraud and any illegal activities affecting the financial interests of the Union. Fraudsters, in particular organised crime, adapt quickly to new circumstances. The changing context of fraud requires continuous adjustment to EU anti-fraud policies. Fraud prevention and detection is a key governance issue which the Commission is committed to addressing at all levels and throughout the whole expenditure/income cycle.*

**Key words:** *anti-fraud strategy, prevention and detection of fraud, risk analyses, investigations, awareness-raising and training, sanctions, recovery, national security system, ethics and integrity.*



Формиралата се съвременна глобална среда за сигурност се характеризира с висока сложност и хаотична динамика на промените, нарушаваща стабилността и устойчивостта на развитието на обществото. Настъпилите в края на XX век глобални промени породиха множество противоречия и създадоха изключително сложно стратегическо обкръжение. Тяхната значимост се определя от неустойчивото развитие на човешката цивилизация и ръста на заплахите за мира и стабилността в света. Глобализацията създаде нова уязвимост на обществото, а неговите граждани станаха обект на нови, непознати форми на престъпна дейност. Тези тенденции създадоха безпрецедентен дефицит на идеи, концепции и модели за обществено развитие и засилиха търсенето на нови методи и технологии за гарантиране на националната сигурност.

В създадения глобален пазар се води битка за световни ресурси и локални пазари под формата на икономическа война. В условията на глобална, тежка икономическа криза, започнала почти веднага след присъединяване на Р България към Европейския съюз особено актуални станаха възгледите, идеите, концепциите, стратегиите и инструментите за превенция и противодействие на измамите и нередностите по фондове, инструменти и програми съфинансирани от ЕС и от НБ на Р България. Възникна жизнено важна необходимост да се разработят нови концепции, стратегии и политики, които удовлетворяват потребността от ефикасно социално управление, противодействие на престъпността и защита на националната сигурност. Приложението им поражда множество научно приложни проблеми и задачи, решаването, на които е предизвикателство за научната общност у нас и в ЕС като цяло.

В съответствие с изменената и подобрена „Стратегията за превенция и противодействие на измамите и нередностите“ на ЕК от 24.06.2011 г. са засилени и усъвършенствани мерките за превенция и разкриване на нередностите и измамите.

Средствата предоставени от ЕЗФРСР (Европейски фонд за развитие на селските райони) на Р България за първия програмен период 2007-2013 г. и за следващия 2014-2020 г. са общо в размер на над 5 милиарда евро. България може да се възползва от този ресурс за националната и регионална икономика, чрез инвестиции в областта на инфраструктурата, околната среда, селското стопанство, развитието на бизнеса, обучението и иновациите. Един от ключовите фактори за успеха на Селскостопанската политика на ЕС е децентрализираната система за управление на средствата и споделяната отговорност между ЕК и държавите-членки. Програмите се управляват на национално и регионално ниво така, че за финансиране да се избират най-добрите и най-необходимите проекти.

Очакванията на европейските данъкоплатци са: добър административен капацитет; адекватна законодателна и вътрешна уредба,

които да гарантират; законосъобразно и ефективно разходване на средствата от ЕС.

Съгласно основния Финансов регламент 1605/2002 (изменен с регламент 966/2012), приложим за общия бюджет на ЕС, при споделеното управление държавите-членки са отговорни да предотвратяват и разглеждат случаите на нередности и измами.

В случай на нередност или съмнения за измама, ЕК трябва да бъде информирана в съответствие с процедурите за докладване, определени в Регламент (ЕО) № 1828/2006 на Комисията. Без значение дали нередността е неволна или умишлена (измама), въпросният разход трябва да бъде изключен от съфинансиране от страна на бюджета на ЕС.

Значимостта на изследваната тематика и степента на заплахата за националната сигурност се илюстрира от горчивия опит при прилагането на предприсъединителната програма САПАРД, както и от допуснати слабости при контролните процедури по ПРСР(програма за развитие на селските райони) през първия програмен период 2007-2013 г. В резултат на установени нередности и измами са възстановени над 100 млн.лв. на ЕК от Националния бюджет на Р България.

**Определения:** Понятията измама и нередност трябва да се тълкуват с оглед на смисъла, определен в Регламент 2988/95 и Конвенцията за защита на финансовите интереси на ЕО, съставена на основание на чл. К. 3 на договора за Европейския съюз.

**„Нередност“:** "Нередност" съгласно определението, дадено в чл. 1, параграф 2 от Регламент 2988/95, означава всяко нарушение на разпоредба на правото на Общността, в резултат на действие или бездействие от икономически оператор, което е имало или би имало за резултат нарушаването на общия бюджет на Общностите или на бюджетите, управлявани от тях, или посредством намаляването или загубата на приходи, произтичащи от собствени ресурси, които се събират направо от името на Общностите или посредством извършването на неоправдан разход.

**„Измама“ е:** Нередност, даваща основание за образуване на административно или съдебно производство на национално ниво с цел да се определи съществуването на определено умишлено поведение, по-специално **измама**, така както е посочено в член 1, параграф 1, буква "а" от Конвенцията от 26 юли 1995 г., приета на основание член К.3 от Договора за Европейския съюз, за защитата на финансовите интереси на Европейските общности е всяко умишлено действие или бездействие, свързано със:

- по отношение на разход:

а) използването или представянето на фалшиви, неточни или непълни декларации или документи, което води до злоупотреба или незаконно

присвояване на средства от общия бюджет на Европейския съюз или бюджети, управлявани пряко от или от името на Европейския съюз;

б) прикриване на информация в нарушение на конкретно задължение, имащо същия ефект;

в) разходване на такива средства за цели, различни от тези, за които са били отпуснати първоначално.

- по отношение на приход:

а) използването или представянето на фалшиви, неточни или непълни заявления или документи, които водят до незаконно намаляване на ресурсите на общия бюджет на Европейските общности, или на бюджети, управлявани от или от името на Европейските общности;

б) неразкриване на информация за нарушение на специфично задължение, довело до същото;

в) неправилно използване на законно получени ползи, довели до същото.

**"Първоначалното административно или съдебно решение"** има значението, определено в член 35 от Регламент (ЕО) № 1290/2005, което означава първата писмена оценка от компетентен орган, направена или по административен, или по съдебен ред, която съдържа заключение въз основа на действителните факти, че е извършена нередност, без да се засяга възможността това заключение впоследствие да бъде коригирано или отеглено в резултат на развитие в хода на административната или съдебната процедура;

**"Съмнение за измама"** - има смисъла, определен с член 1а, точка 4 от Регламент (ЕО) № 1681/94, което означава нередност, която е била предмет на първоначално решение по административен или съдебен ред, което дава основание за завеждане на дела на национално равнище, с цел да се установи наличието на умишлено деяние, по-специално измама, както е по член 1, параграф 1, буква а) от Конвенцията от 26 юли 1995 г. относно защита на финансовите интереси на Европейските общности, създадена на базата на член К.3 от Договора за Европейски съюз;

**"Банкрут"** - означава производство по несъстоятелност по смисъла на член 2, буква а) от Регламент (ЕО) № 1346/2000 на Съвета.

Съгласно чл.11 на МФС Република България е длъжна да гарантира, че националният ръководител представя на комисията не по-късно от 30 април на годината, следваща съответната финансова година, годишните отчети на агенция САПАРД. За определена финансова година се вземат предвид всички отчетени за тази година операции по сметките на агенция САПАРД.

Комисията не по-късно от 30 септември на годината, следваща съответната финансова година, на база на информацията съгласно разпоредбите на ал. 1 взема решение за уравняване сметката на агенция

САПАРД - "решение за уравниване на сметки". Решението за уравниване на сметките покрива пълнотата, точността и верността на представените сметки и не противоречи на приемането на последващо решение за уравниване по съответствие съгласно чл.12 на тази секция. Решението за уравниване на сметките включва и уравниването на САПАРД евро сметката и сумите, които трябва да се кредитират по тази сметка в съответствие с чл.13, ал. 2 и чл.14 (2.8) на тази секция.

Комисията информира Република България за резултатите от проверката на представената информация, както и за предложените по нея поправки до 15 юли след края на финансовата година. Ако по причини, произтичащи от Република България, комисията не може да уравни сметките ѝ преди 30 септември, то комисията уведомява Република България за последващите проверки, които възнамерява да предприеме.

Предвижда се в общия случай сумата, определена с решението за уравниване на сметките, да бъде добавена към или извадена от някое от последващите плащания от страна на комисията към Република България.

Съгласно чл. 13 без да противоречи на условията на МФС в съответствие с българските закони, наредби и административни мерки, Република България предприема действия, необходими да:

а) ѝ гарантират, че операциите, финансирани от програмата, са действителни и правилно изпълнени;

б) предотврати и отстрани предполагаеми или реални случаи на измама и нередности;

в) възстанови загуби, възникнали в резултат на нередности или по невнимание. Република България информира комисията за предприетите действия в тази връзка и, в частност, за състоянието на административните и юридическите процедури.

Съгласно чл.14, т.2.8 на МФС Агенция САПАРД създава система на идентифициране на всички дължими средства и за водене на регистър на длъжниците за всички дългове дължащи се на измами или нередности преди тяхното събиране. **Без да нарушават условията по чл. 8, ал. 5 на тази секция или други национални разпоредби относно възстановяване на дългове, всяко финансиране за сметка на общността по отношение на тези суми се отписва на втората година от вписването му в регистъра на длъжниците и се изважда от следващата заявка за плащане, както е упоменато в чл. 9 от тази секция на МФС.** Агенция САПАРД гарантира, че всяка възстановена сума се кредитира по САПАРД евро сметката в рамките на 5 дни от датата на възстановяване.

Уравниването на сметките е процес, при който представените за одобрение разходи от държавата членка извършени през съответната година се верифицират от ЕК. Преди да бъдат верифицирани разходите задължително се извършва одит от сертифициращия орган /фирма

„Делойд“/, както и от ГД „Земеделие и развитие на селските райони“ на ЕК. Одити се извършват и от Европейска сметна палата, Сметната палата на Р България, вътрешни одити, проверки от управляващия орган и други.

Когато одитите са приключвали с констатации, че системата за администриране и контрол не е изцяло в съответствие с изискванията на МФС (многогодишно финансово споразумение между ЕК и Р.България), регламентите на ЕС, разпоредбите на програмите, останалото приложимо законодателство и непълно спазване на принципите за добро финансово управление ГД „АГРИ“ (Главна дирекция на ЕК) може да предложи на ЕК да изключи конкретни разходи от финансиране със средства на ЕС. По този начин при уравниване на сметките по програма САПАРД за 2010 г. ГД АГРИ, съгласно чл. 73 от Регламент № 1605/2002 на Съвета и чл. 14, т. 2.8 от Раздел А и чл. 4, т. 4 от Раздел Б на анекса на МФС предяви към Република България претенция за възстановяване на 24 876 828,10 евро. След извършен детайлен анализ ДФ „Земеделие“ не прие напълно решението на ЕК и счете за уместно да претендира сума, възлизаща на близо 10 млн. евро, като недължима.

След проведена помирителната процедура, през 2011г. приключи уравниването на сметките на дирекция САПАРД за 2008г. В съответствие с чл. 12, параграф 3, Раздел А на МФС, Комисията наложи финансова корекция върху разходите, направени по Програмата в периода 01.07.2006 г. – 30.06.2008 г., на основание констатирани недостатъци в административните контролни дейности. Изчисленият риск от финансови загуби за Общността е въз основа на фиксиран процент в размер от 10 пункта върху всички деклариран разходи за посочения период по 3 (три) инвестиционни мерки (01, 02 и 03). В тази връзка на 12/07/2012г. се получи Решението за изпълнение на Комисията, с което се прекратява Помирительната процедура и Националният ръководител е уведомен за окончателната сума (4 956 969,86 EUR), която трябва да бъде върната в съответствие с решението за уравниване по съответствие в рамките на предвидения в МФС за целта срок или компенсирането ѝ срещу плащания, които трябва да бъдат направени от Комисията към Република България по други програми на Европейската Общност.

Както беше посочено по-горе от датата на регистрация на всеки случай на нередност започва да тече две годишен срок след изтичането, на които отпуснатите средства от бюджета на ЕС по проекта се отписват за сметка на националния бюджет. Изискването на ЕК е за дата на регистриране на нередността да се смята датата, на която е получена първата писмена оценка от компетентен орган, направена или по административен, или по съдебен ред, която съдържа заключение въз основа на действителните факти, че е извършена нередност, без да се засяга възможността това заключение впоследствие да бъде коригирано



или оттеглено в резултат на развитие в хода на административната или съдебната процедура.

Предвид обстоятелството, че в много от получените писма и доклади от ОЛАФ, прокуратурата на Р България, дирекция „АФКОС-МВР“, ДА“НС“, ГД“НП“ и други агенции и служби не е посочен конкретен размер на нередния разход се налага извършването на допълнителни административни проверки, включително проверки на място. Това отнема време. Допълнително за да се съберат годни доказателства и с цел да се изгради стабилна юридическа позиция в някои случаи се налага да се изчака приключване на наказателната проверка с уведомление от ВКП за приключило наблюдение на случая или окончателно влязъл в сила съдебен акт. Чрез това уведомление от ВКП се изразява съгласие с решенията на предходните прокуратури разследвали случая на нередността/измамата. Практиката показва, че проверките и разследванията в повечето случаи приключват, след повече от две години. В тези случаи, ако проверките приключат с отказ от образуване на наказателно производство или образуваното досъдебно производство се прекрати се получава ощетяване на НБ на Р България със средства в особено големи размери, което в условия на тежка финансово икономическа криза води до още по-големи заплахи за националната сигурност.

От друга страна, след установяването на нередност по даден проект целия размер на нередния разход в едно с лихвите, следва да бъде възстановен от бенефициента наДФ „Земеделие“. Предвид обстоятелството, че размера на финансовата помощ по проекта варира от 50% до 80% от инвестиционните разходи за реализиране на проекта, в повечето случаи това води до невъзможност да се изплатят дължимите суми и съответно до изпадане на бенефициента в несъстоятелност и ликвидация на фирмата. Губят се голям брой работни места, особено ако проекта е на голяма стойност и представлява производствено предприятие. Възможно е също така несъстоятелността на фирмата, която е реализирала проекта да доведе до финансови затруднения и на други свързани с дейността ѝ фирми, което допълнително влошава финансово икономическата ситуация в региона.

Напоследък се наблюдава рязко увеличение на процедурите по несъстоятелност и ликвидация. Съгласно последния преглед от 30/04/2014 за промяна на актуалното състояние на бенефициентите - длъжници по програма САПАРД в Търговския регистър във фирмените дела на 48 длъжника е налице информация за производства по несъстоятелност и 10 длъжника са заличени от търговските регистри. Приблизително 30% от длъжниците са обявили финансова несъстоятелност или са заличени от търговските регистри. Проследяването на тези обстоятелства е от съществено значение за предприемане на навременни действия от страна

на ДФ „Земеделие“ за събиране на такива вземания. По този начин значително се затрудняват процедурите, по които дължимите суми да бъдат събрани, а в повечето от тези случаи вероятно ще останат и несъбираеми. Тези суми обаче са отписани от ЕК за сметка на Националния бюджет на Р България. Именно по този механизъм Р България е ощетена с повече от 100 млн. лв., които са отписани за сметка на Националния бюджет.

При управлението на нередностите и измамите е установено, че събираемостта на дължините суми по програма САПАРД е много ниска – около 3-5 %. Ниските нива на събираемост на дълговете се дължат на големия брой регистрирани нередности (подозрения за измама) по Програмата, по отношение, на които в първоначалните сигнали не се съдържат конкретни данни и факти относно нередността. Възстановяването на средства по тези дългове може да започне след като бъдат получени заключенията на компетентните органи относно наличието на нередност и степента, в която е засегната инвестицията.

По Програмата за развитие на селските райони към днешна дата събираемостта на дължимите суми е много по-висока – приблизително 65 %. Това се дължи най-вече на подобрените контролни процедури, намаляване броя на нередностите и измамите и усъвършенстване на нормативната база с цел създаване на нови механизми за възстановяване на дължимите суми - примерно прихващане на дължимата сума от следващ одобрен проект или полагаща се субсидия.

По силата на чл.32, т. 6 от Регламент 1290/2005 при наличието на оправдателна причина за това, държавите-членки могат да вземат решение да не изискват връщане на сумите. Решение в този смисъл може да бъде взето само в следните случаи:

а) ако направените или евентуалните разходи по връщането на сумата, като цяло, надхвърлят размера на подлежащата на връщане сума;

б) ако връщането се окаже невъзможно поради изпадане в неплатежоспособност, отчетена и призната съгласно националното законодателство, на дебитора или на лицата, носещи юридическа отговорност за нередността.

**Таблица 1** Докладвани нередности на ОЛАФ по програма САПАРД в периода 01.01.2004– 31.12.2013 г.

| Година | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | Всичко за периода |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------------|
| Брой   | 5    | 15   | 18   | 42   | 56   | 323  | 99   | 18   | 16   | 20   | 612               |

Анализът на Книга на длъжници (КД) показва, че общия брой на вписаните в КД дългове от началото на прилагане на Програмата е 625 бр., от които 288 със съмнение за измама, 336бр. нередности и 1 случай е вписан като измама. Към 30/04/2014 г. общия брой на вписаните в КД дългове е 188 бр., от които 10 бенефициенти са заличени и 48 са в несъстоятелност.

Нередностите, установени по одобрени и платени проекти могат да се разделят условно на 3 вида:

- **Неизпълнение на договорни отношения** - продажба на активи; изкуствено създадени условия с цел получаване на предимство пред други кандидати; предоставяне под наем или преотстъпване правото на ползване върху активи на 3-ти лица; неизползване на активите по предназначение (не се осъществява дейност; финансираното оборудване е подменено; подпомогнатите активи не са налични); нарушаване целостта на актива финансиран по Програма САПАРД; преустановяване на обработката на земеделски площи пряко свързани с подпомогнатата дейност; обединяване на повече от една инвестиция (свързване на хотели, обща инфраструктура, увеличаване на броя на помещенията за настаняване); неподновени застрахователни полици; застрахователно събитие; продажба на търговско предприятие; административна грешка и нарушения свързани с процедурата за провеждане на обществена поръчка.

- **Документни измами** - използване на подправени документи към Молбата за кандидатстване или Заявка за плащане; завишени офертни цени спрямо пазарните такива; използване на др, документ с невярно съдържание; доставка на оборудване, машини и др., чрез използване на документ с невярно съдържание.

- **Документни измами и неизпълнение на договорни отношения.**

Прави впечатление, че относителния дял на документните измами в общата сума на вземанията в процентно съотношение е най-голям (62,52%), следван от неизпълнение на договорни отношения (26,52 %) и нередности включващи 2 вида нарушения (10,96%)

Анализа показва, че от общата сума на вземанията, сума в размер на 109 576 598,53 лв. за 164 дълга, от която 76 906 791,12 лв.; главници и 32 669 807,41 лв., лихви вече е отписана и прехвърлена като дължима изцяло към националния бюджет.

Следва да бъде отчетен факта, че съгласно българското законодателство давностния срок за събиране на вписаните дългове по отношение на изискуемата главница е 5 години, а на натрупаната лихва - 3 години, т.е за част от сумата подлежаща на събиране, към даден момент бенефициентите могат да предявят претенции, че не са дължими, като се позоват на изтекла давност.

През 2011 г., след проведена среща в Брюксел, е договорено да бъде ревизирана Книгата на длъжници по отношение на проектите, вписани в нея с цялата изплатена финансова помощ, с оглед редуциране размера на дълговете до „нередния разход“ за случаите, при които е установено, че бенефициента не е участвал в измама и няма основания да му се търси наказателна отговорност.

Към 31.12.2013 г. общата сума на вземанията по програма САПАРД е - 106 117 150,46 лв.

### **Изводи:**

1. Ползването на безвъзмездна финансова помощ предоставена от фондовете на ЕС е от огромно значение за развитието на икономиката на Р.България и кореспондира пряко с националната и фирмената сигурност.

2. С цел недопускане на ощетяване на Националния бюджет на Р България е необходимо да се подобри превенцията и противодействието на нередностите и измамите. Трябва да се положат усилия от страна на всички институции имащи отношение към процесите на администриране на нередностите с цел те да бъдат разкрити най-вече „на входа“ – още преди да е получена неправомерно финансова помощ.

3. Събирането на дължимите суми от бенефициентите е затруднено поради сериозни пропуски в нормативната база, високото ниво на корупция, както в администрацията, така и в правораздавателните и разследващите органи.

### **Литература:**

- [1] „Стратегията за превенция и противодействие на измамите и нередностите“ на ЕК от 24.06.2011 г. Многогодишно финансово споразумение.
- [2] „Стратегия за национална сигурност на Република България“.
- [3] „Интегрирана стратегия за превенция и противодействие на корупцията и организираната престъпност“.
- [4] „Национална стратегия за превенция и борба с нередностите и измамите, засягащи финансовите интереси на Европейския съюз за периода 2011 – 2013 г.“
- [5] Наредба за определяне на процедурите за администриране на нередности по фондове, инструменти и програми, съфинансирани от Европейския съюз (Наредбата), изм. с ПМС № 3 от 13.01.2012 г., обн. в ДВ бр. 6 от 20.01.2012 г.
- [6] Многогодишно финансово споразумение между Европейската комисия от страна на Европейската общност и Република България.

- [7] РЕГЛАМЕНТ (ЕО) № 1290/2005 НА СЪВЕТА от 21 юни 2005 година относно финансирането на Общата селскостопанска политика - (ОВ L 209, 11.8.2005 г., стр. 1).
- [8] РЕГЛАМЕНТ (ЕС) № 65/2011 НА КОМИСИЯТА от 27 януари 2011 година за определяне на подробни правила за прилагане на Регламент (ЕО) № 1698/2005 на Съвета по отношение на прилагането на процедури за контрол, както и кръстосано спазване по отношение на мерките за подпомагане на развитието на селските райони - Обн. L ОВ. бр.25 от 28 Януари 2011г.





THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## ПОДХОДИ ЗА ИДЕНТИФИЦИРАНЕ НА ИЗТОЧНИЦИТЕ НА ЗАПЛАХА НА ОРГАНИЗАЦИЯТА

Христо Христов

ШУМЕНСКИ УНИВЕРСИТЕТ „ЕПИСКОП КОНСТАНТИН ПРЕСЛАВСКИ“  
E-mail: [hristov63@abv.bg](mailto:hristov63@abv.bg)

## METHODS OF APPROACH FOR IDENTIFYING THE SOURCES OF THREATS FOR AN ORGANIZATION

Hristo Hristov

SHUMEN UNIVERSITY “BISHOP KONSTANTIN PRES LAVSKI”

**Abstract:** As for organization of counteraction to encroachments the basic activity against each system is identifying threats for the organization itself. The acknowledgement about the sources of threats for social organization as well as conditions and prerequisites for their origin, the way and forms of acting, the symptoms of the rise itself, the prognoses for their development is the basic precondition for identifying objectively the sorts of encroachments and organizing the effective counteraction.

**Key words:** Company security system, evaluation of assets, sources of threat, vulnerabilities, threats, indefensibility, mechanisms, methods, contrivances for counteraction, security environment, management, protection, encroachments .

Съществена дейност при организацията на противодействието на посегателства срещу всяка система е идентифицирането на заплахите за организацията. Познаването на източниците на заплахата за социалната организация, на условията и предпоставките за тяхното възникване, начина и формите на действие, признаците за проява, прогнозите за развитието им е основна предпоставка за обективно идентифициране на посегателствата.

В дефиницията на етапите на организиране на противодействието на посегателства срещу организацията, източниците на заплахата имат определяща роля в цялостния процес на управление на противодействието.

Понятието „източник на заплахата“ се дефинира като субект, събитие или ситуация, притежаващи потенциал за умишлено или инцидентно въздействие върху уязвимост на системата за сигурност на социалната организация.

Запахата, от своя страна, е потенциалната възможност определен източник на заплахата успешно да въздейства на определена уязвимост на системата.

„Най-общо казано, заплахата е конкретизирана опасност, т.е. тя е опасност, на която се знае носителя, източника и най-важните параметри, които я характеризират.“<sup>1</sup>

Идентифицирането на източниците на заплахата, като съществена стъпка в процеса на противодействието на посегателства срещу организацията, е насочено към оптимално идентифициране на реалните и потенциални източници на заплахата за социалната организация, детайлно определяне на техния произход, структура, характеристики и признаци за проявление. Тази стъпка е важна предпоставка за успешното осъществяване на систематизиране и приоритизиране на заплахите, в зависимост от степента на застрашаване сигурността на социалната организация, с цел адекватно организиране и прилагане на механизми за предотвратяване или неутрализиране на въздействието им.

За извършването на обективно идентифициране на заплахите, е необходимо да бъдат разгледани всички реални и потенциални източници на заплахите, които имат възможност да причинят вреди на социалната организация или съществуват в средата, в която тя функционира.

Най-общо източниците на заплахата могат да бъдат класифицирани като природни, причинени от човешка дейност и породени от промишлени аварии и катастрофи.

Природните източници на заплахата са катаклизми в природната среда: наводнения, земетресения, свличане на земни маси, лавини, урагани и т.н.

Източниците на заплахата, породени от промишлени аварии и катастрофи водят до дългосрочни сризове на електрически системи, химически обгазявания, изтичане на газ и т.н.

Източниците на заплахата, свързани с човешка дейност са събития, породени или причинени от човека и могат да бъдат както неумишлени действия, така и целенасочена дейност спрямо социалните организации – т.нар. посегателства.

Неумишлените действия могат да бъдат свързани с човешка небрежност или грешки. Целенасочената човешка дейност – посегателствата срещу социалната организация – може да бъде свързана с

---

<sup>1</sup> Сандев, Г., Сигурност на организациите, Университетско издателство „Епископ Константин Преславски“, Шумен, 2012, ISBN 978-954-577-621-2, с.220.

действия на враждебно настроени външни фактори – държави, организации или лица (терористични организации, групи и лица и фалирали държави и режими; разузнавателни служби и структури на враждебно настроени държави, организации или финансови институции; разузнавателни структури на нелоялни конкуренти, организирани престъпни структури и криминални групи и лица; корумпирани служители на политическо и административно ниво, хакери, браузъри и др.) или на вътрешни фактори – корумпирани или недоволни служители на организацията на управленско, оперативно, техническо ниво, служители по сигурността, юридически консултанти и адвокати, одитори, счетоводители.

Враждебните действия на източниците на заплахата могат да бъдат изразени в тероризъм (вътрешен и международен шпионаж на чужди държави, индустриален и финансов, на терористични организации и организирани престъпни структури, на хакери, вредителство, чужди разузнавателни структури, индустриален и финансов шпионаж на нелоялни конкуренти, криминална дейност и др.), подривна дейност (на чужди разузнавателни служби, индустриален и финансов шпионаж, терористична и криминална дейност), корупционни действия, корупция, киберпрестъпления, организирана престъпност, измами, проникване в информационни системи, форми на нелоялна конкуренция и др.

Враждебните действия могат да бъдат насочени към възпрепятстване, разрушаване или сиване на функционирането на социалната организация, придобиване на нерегламентиран достъп до системата ѝ за сигурност, целящ компрометиране или сиване на интегритета на личността, конфиденциалността на информацията или целенасочени действия за елиминиране на системата за сигурност и т.н.

Наличието на оптимален обем информация за потенциалните заплахите за функциониране на социалната организация е от изключително значение в процеса на определяне на заплахите с най-висока степен на опасност за организацията и фокусиране на управленската активност за приоритетното им неутрализиране.

В изпълнение на основната цел на процеса на управление на противодействието – гарантиране изпълнението на мисията на социалната организация – усилията трябва да бъдат насочени към своевременно и цялостно идентифициране на източниците на заплахата, застрашаващи постигането на целите на организацията, приоритизирането им, в зависимост от степента на опасност и негативно въздействие и прилагане на надеждни стратегии за предотвратяване или неутрализиране на заплахите и минимизиране на неблагоприятните последици за организацията.

Познаването на същността, основните характеристики, структурата, методите, формите и признаците за проявление на даден източник на заплахата, ролята и мястото му в обкръжаващата среда, причините и формите на взаимодействие с организацията са предпоставки за своевременно идентифициране на посегателствата за организацията. Само на тази основа е възможно осъществяването на целенасочени проактивни действия върху източниците на заплахата при проява на първоначални признаци за тяхната насоченост и активност, надеждно предотвратяване развитието на тези признаци и влиянието им върху организацията и неутрализиране на осъществено начално въздействие на източника на заплахата.

За осъществяването на ефективно противодействие на източниците на заплахата е необходимо фокусирането на управленската активност върху тези, представляващи най-сериозна опасност за социалната организация. Разбира се, желанието на всеки ръководител е организацията му да изпълнява мисията си в условията на нулева незащитеност и предотвратяване и неутрализиране на всички заплахи, но това е практически невъзможно в условията на динамично променяща се среда, а при недостига на ресурси, насочването на усилията за противодействие на всички източници на заплахата би довело до висок преразход на ресурси и дори би застрашило нормалното функциониране на организацията.

Всичко това определя необходимостта от идентифициране на източниците на заплахата с най-висок потенциал за негативно въздействие върху организацията и фокусиране на управленската активност за надеждното им противодействие.

От посочените групи източници на заплахата, тези, свързани с човешката дейност са с най-висока степен на опасност. Действително, природните бедствия, промишлените аварии и катастрофи могат да причинят изключително сериозни вреди на цялото общество и, в частност, на конкретните социални организации, но умишлената човешка активност притежава потенциал за деструктивни въздействия и последици, измерими и надхвърлящи степента на опасност от проявата на останалите групи.

Това, което определя потенциално високата степен на опасност на източниците на заплахата, свързани с човешката дейност е наличието на мотивация, ресурси, методи и начини на действие, чрез което може да бъде осъществено дадено посегателство и които са характерни за човешката дейност.

Динамиката на промените и основните характеристики на човешката дейност са в съответствие с тези на обкръжаващата среда и това изисква висока степен на познание на тези характеристики, с цел осъществяване на надеждно идентифициране на източниците на заплахата и създаване на

условия за ефективно противодействие с цел предотвратяване на въздействието им върху социалната организация.

Високата сложност на обкръжаващата среда, характеризираща се с четирите „Не” (непостоянство, неопределеност, нееднородност, нееднозначност) и динамиката на промените водят до модифициране, развитие и поява на нови източници на заплахата, притежаващи основните характеристики на нелинейната и хаотична обкръжаваща среда.

Съвременните източници на заплахата се характеризират с изключително високо и нарастващо многообразие, сложност, взаимообвързаност и взаимозависимост, висока степен на неопределеност, трудно осъществима наблюдаемост и управляемост.

Развитието на информационното общество доведе до нарастване не само на видовете източници на заплахата, но и на потенциала, мотивацията, способностите за реализация на заплахите, начина и формите на действие.

Съвременната глобална среда за сигурност е определена от развитието на традиционни и появата на нови асиметрични източници на заплахата, характеризиращи се с висока степен на непредвидимост и непрогнозируемост и разрушителен ефект от дейността им.

Международният тероризъм, разпространението на оръжие за масово поразяване, трансграничната организирана престъпност, корупцията, незаконната търговия с оръжие, хора и стоки, наркотрафикът, деструктивните въздействия върху информационните системи и мрежи, прането на пари, действията на фалирали държави и режими, промишленият шпионаж, нелоялна конкуренция и т.н., са дейности на източници на заплахата в глобален аспект и са носители на основните характеристики на високосложната и динамично променяща се среда за сигурност.

Разглеждането на асиметричните източници на заплахата в тяхната взаимозависимост и взаимопроникнатост, познаването на сложния им състав и възможностите за въздействие, са предпоставки за оптималното идентифициране и обективния анализ и оценка на влиянието им върху социалните организации.

„Идентифицирането на източниците на заплахата се осъществява въз основа на „различни фактори, включващи способност, намерение, влияние, интензитет на атаката и т.н.”.<sup>2</sup> Прилагането на разширен и комплексен подход за идентифициране на заплахите минимизира опасността от неотчитане на събития и процеси, чието бъдещо развитие би застрашило социалната организация.

Идентифицирането не само на определен източник на заплахата по принцип, а стремежът към детайлно представяне на неговата същност,

---

<sup>2</sup> Decker, R., HomelandSecurity: A Riskmanagement Approach, Statement before Senate Committee on Governmental Affairs, Washington, D.C., 2001. pp 8-9.



структура и организация, причини и условия за възникване, основни компоненти и техните основни поделементи, начин и форми на въздействие, признаци на проява, благоприятстват изграждането на обективна картина на заплахата. Именно на тази основа може да се говори за прилагане на проактивни стратегии за въздействие върху условия и причини за възникване, способности, намерения, мотивация и насоченост на източниците на заплахата, форми, способности и признаци за проява и за изграждане на адекватна система от мерки за защита от влиянието им и за цялостно надеждно управление на противодействието от потенциалните посегателства на източниците на заплахата спрямо уязвимости на системата.

Една от най-важните стъпки в процеса на идентифициране на източника на заплахата е определянето на т. нар. „критични индикатори”. „Критичните индикатори са важни показатели за протичащите процеси и вероятното крайно състояние на поредица от събития”.<sup>3</sup> Критичните индикатори са признаци в проявата на даден източник на заплахата, чието проявление е показател за сериозността, необратимостта на въздействието върху социалната организация, за трудността или невъзможността за противодействие на източника на заплахата и минимизиране на вредите. Определянето на тези признаци е от решаващо значение за реализиране възможността за надеждно предотвратяване на заплахата или неутрализиране на вече проявени въздействия на източника на заплахата. При неотчитане или подценяване на критичните индикатори, процесите на негативно въздействие могат да придобият неконтролируем характер и да доведат до трайни нарушения на устойчивостта на организацията и да възпрепятстват постигането на целите ѝ.

Познаването на критичните индикатори би позволило и осъществяването на ефективно и ефикасно управление на ресурсите на организацията, използвани при противодействие на източниците на заплахата. Разходите на ресурси за неутрализиране на несъществени форми и признаци на проява на източника на заплахата, би ограничило възможността за защита от прояви с критично значение за организацията и би затруднило прилагането на проактивни стратегии за противодействие.

Изграждането на детайлна и комплексна картина за същността, мотивацията, методите на действие на източника на заплахата се осъществява въз основа на идентифициране, анализ и оценка на минали и текущи прояви на източника и прогнози за бъдещото му развитие.

Процесът на придобиване на информация за минала и текуща активност на източника на заплахата е мащабна дейност, включваща исторически преглед на разкрити, предотвратени или неутрализирани действия на източника, данни за нарушения или инциденти, относими към

---

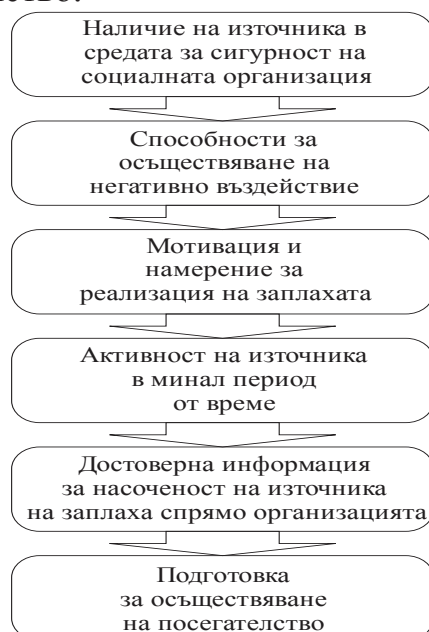
<sup>3</sup>Kriendler, J., *Anticipating Crisis*, NATO Review, 2002, p.42.

признаци на проява на даден източник на заплаха, резултати от текущи разследвания или разкрити признаци на въздействие на източника и т.н.

Получените данни трябва да се систематизират и е препоръчително извършването на формализирането им, с цел осигуряване на възможност на компютърната им обработка и оптимизиране на информационния процес. Обработената информация позволява определяне на същностните характеристики на източника на заплаха, признаци на проявление, извършването на последващ анализ и оценка за влиянието им върху функционирането на социалната организация.

Една от най-важните дейности в процеса на идентифициране на източниците на заплаха е прогнозиране на бъдещото му развитие и динамиката на промените в същността, мотивацията, капацитета, методите на действие, признаците на проява и т.н. Високата сложност на средата за сигурност и на източниците на заплаха затрудняват извършването на прогнози за бъдещите прояви на източника, но въз основа на знанията за минала и текуща активност на източника на заплаха и прилагането на моделите и концепциите на стратегическо ръководство, е възможно да бъдат прогнозирани насоки и параметри за бъдещото развитие на източниците на заплаха и риска за социалната организация.

Източника на заплаха се оценява при отчитане на следните фактори: наличност на източника в средата за сигурност на социалната организация; способности за осъществяване на негативното въздействие; мотивация и намерение за реализация на заплахата; активност на източника в минал период от време; достоверна информация за насоченост на източника на заплаха спрямо организацията и подготовка за осъществяване на негативно въздействие – посегателство.



Фиг.1. Фактори за оценка на източниците на заплаха

При идентифицирането на заплахите могат да бъдат използвани различни техники: преглед и анализ на документи, провеждане на интервю, попълване на въпросници, работни групи за идентифициране на незащитеността, анализ на различни сценарии, „мозъчна атака”, одити и инспекции, разследване на инциденти и т.н. Организацията на дейността включва както целенасочено формиране на структури за анализ и оценка на заплахите, самостоятелни или в съответни аналитични звена, така и работни групи, създадени с цел работа по идентифициране на заплахи и посегателства за социалната организация.

Идентифицирането на източниците на заплахата, като основен компонент на процеса на противодействието на посегателства, е изключително важна предпоставка за постигане на обективност на оценката за средата, в която функционира организацията, за заплахите и произтичащите от това рискове за изпълнението на мисията ѝ.

Високата сложност на средата за сигурност и динамиката на промените в нея, правят трудно постижимо и дори невъзможно цялостното идентифициране на източниците на заплахата. Независимо от степента на информираност за потенциалните заплахи за организацията, никога не може да се постигне пълно познаване на източниците на заплахата и не може да се твърди, че имаме пълна информация за характеристиките на заплахите, които вече сме идентифицирали.

Това не прави невъзможно управлението на противодействието в сферата на сигурността, а определя изискването за приоритизиране на източниците на заплахата, съобразно степента им на опасност за социалната организация.

Обективната невъзможност за пълно идентифициране на източниците на заплахата означава, че усилията трябва да бъдат насочени както към оптимално идентифициране на основните, критични за функционирането на организацията заплахи, така и към изграждане на надеждна система от механизми и процедури за защита и контрол, с цел предотвратяване или неутрализиране на негативното въздействие на източника на заплахата и минимизиране на вредните последици.

## **Л и т е р а т у р а:**

- [1] Сандев, Г., Сигурност на организациите, Университетско издателство „Епископ Константин Преславски“, Шумен, 2012, ISBN 978-954-577-621-2, с.220.
- [2] Decker, R., Homeland Security: A Riskmanagement Approach, Statement before Senate Committee on Governmental Affairs, Washington, D.C., 2001.
- [3] Kriendler, J., AnticipatingCrisis, NATO Review, 2002.
- [4] Risk Management Standards, 2002.

- [5] Cambell, A, and Yeung,S.,Creating a sence of mission,Long Range Planning, 1991.
- [6] Станев, С, С. Железов. Компютърна и мрежова сигурност. Шумен: Университетско издателство, 2002.
- [7] Млеченков,М. „Методика за разработване на система за информационна сигурност”, НВУ „В.Левски”, Факултет „Артилерия,ПВО и КИС” Шумен.2010.
- [8] Диманова Д., Илиев Св., Стаменова А., „Иновативния ХХІ-ви век и развитие на киберотбраната”. Научна конференция "Военни технологии и системи за осигуряване на отбраната MT&S-2013", 2-3 декември 2013 г., Централен военен клуб гр. София.
- [9] P. Boyanov. Доклад на тема: “A taxonomy of the cyber attacks”. Journal. Scientific and applied research, vol. 3. 2013, ISSN 1314-6289.



THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## НЕПРАВИТЕЛСТВЕН СЕКТОР И НАЦИОНАЛНА СИГУРНОСТ

Николай Досев, Христо Христов

ШУМЕНСКИ УНИВЕРСИТЕТ „ЕП. К. ПРЕСЛАВСКИ“, КАТЕДРА „УПРАВЛЕНИЕ  
НА СИСТЕМИТЕ ЗА СИГУРНОСТ“  
E-mail: [ndosev@abv.bg](mailto:ndosev@abv.bg), [hristov63@abv](mailto:hristov63@abv)

## NON-GOVERNMENTAL SECTOR AND NATIONAL SECURITY

Nikolay Dosev, Hristo Hristov

KONSTANTIN PRES LAVSKY UNIVERSITY OF SHUMEN

**ABSTRACT:** *The report examines the importance of non-governmental formations in ensuring national security. The paper deals with the main actors, the structure and the performing actions for providing the security environment, that ensures normal life conditions for all society members. The report focuses on non-governmental organizations as the most important element of the non-governmental sector having regard to national security.*

**KEY WORD:** *national security, system of national security, non-governmental sector , non-governmental organizations.*

Разбирането за националната сигурност претърпява съществени метаморфози в продължение на хилядолетия и особено през последните две столетия. В продължение на много векове, схващането че по-силната във военно отношение държава е по-надеждно защитена, както от външни така и от вътрешни заплахи, е доминиращо. До средата на миналото столетие, военната мощ и военното превъзходство служеха на държавите като средства за нападение и защита. Наред с възможностите за завладяване на нови територии и сдържане на апетитите на евентуалните противници за нападение, военната сила често се използваше и за потушаване на безредици вътре в държавата и защитаване на господстващия в държавата ред. И това донякъде е разбираемо, тъй като



националните интереси преследваха преди всичко защитата на териториалната цялост на държавата, нейния суверинитет, както и живота на население и природните ресурси на страната, основна заплаха за които беше опасността от военна агресия.

По различен начин в хода на историческото развитие на човечеството се оценяваше и ролята и значението на трите субекта на сигурността – държавата, обществото и отделната личност. Все още битува разбирането че държавата е единствения субект, които е в състояние да гарантира сигурността на своите граждани, принизявайки по този начин възможностите които има гражданското общество за създаване на безопасни условия на живот за отделната личност, социалните групи и организации и обществото като цяло.

След разпадането на двуполносия модел в края на XX век, в смисъла на понятието „сигурност” все повече се включва разбирането за липсата на заплахи и създаването на условия за нормално функциониране на различните сектори в държавата, в интерес на обществото и отделните негови членове.

В унисон с тези тенденции, разработената и приета през 2011 г. Стратегия за национална сигурност на Р. България отделя полагащото се място на обществото и отделния гражданин като фактори участващи във формирането на политиката за национална сигурност на държавата.

Сред основните принципи на политиката за национална сигурност, в стратегията са посочени и принципите:[1]

- диалог и разширено партниране между гражданите, обществото и държавата;

- доверие между държавните институции и сътрудничество с частния сектор, неправителствените организации и гражданите, със съюзниците в НАТО и ЕС и със страни партньори.

В условията на преход към демократично общество и след приемането на Р. България за пълноправен член на НАТО и Европейския съюз, изключително нарасна ролята на недържавните структури и организации за формирането и осъществяването на политиката за сигурност. Те вече са неразделна част от цялостната система за сигурност, което ни приближава до страните с дългогодишни традиции и опит в това отношение.

Сред основните субекти, гарантиращи националната сигурност, могат да бъдат посочени и органите за местно самоуправление, недържавните охранителни фирми, неправителствените организации и отделните граждани.

Органите за местно самоуправление създават необходимите условия за нормален живот на членовете на обществото, изграждат ефективна система за управление, отчитайки местните особености и средата за сигурност, способстват за развитие на инициативите и спазването на

основните права и свободи на гражданите. Правовите основи на местното самоуправление са заложи в Конституцията на Р. България, Закона за местното самоуправление и местната администрация и редица други нормативни и поднормативни актове. Местното самоуправление се изразява в правото и реалната възможност на гражданите и избраните от тях органи да решават самостоятелно всички въпроси от местно значение, които законът е предоставил в тяхна компетентност в сферата на: общинското имущество, общинските предприятия, общинските финанси, данъци и такси, общинската администрация; устройството и развитието на територията на общината и на населените места в нея; образованието; здравеопазването; културата; благоустрояването и комуналните дейности; социалните услуги; опазването на околната среда и рационалното използване на природните ресурси; поддържането и опазването на културни, исторически и архитектурни паметници; развитието на спорта, отдиха и туризма. [2]

Анализът на реализацията на посочените дейности показва, че същите играят особено важна роля за гарантирането на сигурността на отделния гражданин и обществото в конкретния регион.

В допълнение към горното може да се посочи, че органите за местно самоуправление са тези които водят на отчет и създават нормални условия за живот на гражданите с увреждания и тези нуждаещи се от социална помощ с цел интегрирането им в съвременното общество.

Настъпилите демократични промени в България в края на 80-те и началото на 90-те години на миналия век наред с положителните резултати доведоха до драстично увеличаване на престъпността във всичките и форми. Увеличаването на безработицата, обезценяване на българския лев, скритата приватизация, укриването на данъци, подкупите, рекета, „прането на мръсни пари“, автокрадците, фалшификаторите, мошениците-милионери и ред други престъпления наложиха необходимостта от разширяване на услугите в сферата на охраната на имуществото, личността и правата на гражданите и фирмите. Ограничените възможности на полицията и другите държавни структури за гарантиране на сигурността на гражданите и обществото, както и усвояването на опита в развитите в икономическо отношение държави, наложи появата на частните охранителни фирми.

Със своята дейност тези фирми допълват работата на правоохранителните органи на държавата относно защитата на законните права и свободи на гражданите, както и интересите (най-вече от финансово естество) на частните фирми, предприятия и организации. Основната разлика между частните охранителни фирми и полицията е чисто комерсиалния характер на тяхната дейност. От услугите на тези фирми

могат да се възползват само отделни физически или юридически лица имащи необходимите финансови възможности.

Основният закон регламентиращ предлагането и използването на частни охранителни услуги е Законът за частната охранителна дейност (ЗЧОД).

Съгласно ЗЧОД, частната охранителна дейност е дейност по охрана на обекти, на мероприятия и на лица, и на техни права и законни интереси от противоправни посегателства извършвана въз основа на писмен договор.[3]

При осъществяването на частната охранителна дейност е необходимо спазването на следните основни принципи:

- зачитане на правата, свободите и достойнството на гражданите;
- взаимодействие с органите на Министерството на вътрешните работи (МВР) в борбата с престъпността и опазването на обществения ред;
- гарантиране на сигурност и безопасност в охраняваните обекти;
- осъществяване на превантивна дейност въз основа на анализ на причините и условията за правонарушения в охраняваните обекти.

По данни на Конфедерацията на европейските служби за сигурност в Европейския съюз действат над 1,9 милиона частни охранители. В над 10 европейски страни съотношението им към числеността на населението надхвърля това на полицията, а от 2009 г. досега частният охранителният бизнес в Европа е нараснал с над 12 на сто а оборотът му надхвърля 25 милиарда евро годишно. [4] Официалната статистика показва че в нашата страна работят около 60 000 частни охранители, които осигуряват 1,3 % от брутния вътрешен продукт на страната.

Несъмнено неправителствените организации (НПО) са най-важният елемент от неправителствения сектор имащ отношение към националната сигурност. Основната роля на НПО е да играят ролята на посредник между държавата и гражданите. В същото време често пъти те се явяват коректив на политиката на държавата в сферата на сигурността и отбраната защитавайки интересите на гражданското общество. Основно НПО обслужват и защитават тези сектори на обществото, които не са обслужвани или не са обслужвани добре от правителството и от другите официални институции. Те формират третия сектор за управление на процесите на националната сигурност и са самоуправляващи се, недоходни организации, ориентирани главно към подпомагане на образованието, здравното осигуряване, икономическото развитие, защитата на околната среда, човешките права, решаването на конфликтите и/или подпомагане на създаването на демократични институции и гражданско общество.

НПО се създават съгласно Закона за юридическите лица с нестопанска цел. Те свободно определят целите си и могат да се самоопределят като организации за осъществяване на дейност в обществена или в частна

полза. Съгласно закона, НПО могат да бъдат сдружения или фондации отговарящи на определени условия и притежаващи съответните органи за управление.[5] Към настоящия момент в България има повече от 34 000 регистрирани фондации и сдружения.

Според изследователи от университета „Джон Хопкинс“, най-важните черти на неправителствените организации, които помагат за по-ясното оформяне на организационната рамка на третия сектор са:

1. официална институционализация (регистриране като юридическо лице според действащото в държавата законодателство);
2. независимост на организацията от държавата;
3. автономията или самоуправлението на организацията

Разграничаваме 5 вида НПО:[6]

1. Центрове за анализи и прогнози, от типа на научни институти, think-thanks/мозъчни тръстове. Като правило тези НПО работят активно с държавните институции, полагат усилия с PR-кампании, с пропагандни и просветителски акции, с чести изяви в медиите, общественото мнение у нас да бъде информирано и дори формирано. Като представители на този тип организации могат да бъдат посочени: „Сдружение "Джордж Маршал - България", Институт за изследване на сигурността и международните отношения, Институт за евроатлантическа сигурност, Институт за регионални и международни изследвания, Атлантически клуб в България, Център за изследване проблемите на националната сигурност, Център за изследване на демокрацията, „Отворено общество“, Институт за либерални изследвания, Фондация "Общество и информация", Фондация „Демокрация и сигурност“ и др.;

2. Местни филиали на западни партийни фондации като „Конрад Аденауер“, „Ханс Зайдел“, „Фридрих Науман“ и др.;

3. НПО в които преобладават хора, напуснали неотдавна армията, МВР, специалните служби, а преди това преминали обучение в Западни колежи и академии. Те не са особено масови, състоят се от ограничен брой членове, но изготвят анализи, становища и позиции в сигурността и отбраната на базата на висококвалифицираната си военна експертиза - такива са: Съюзът на офицерите от резерва “Атлантик”, Асоциацията на завършилите Колежа по отбрана на НАТО в Рим и др.;

4. НПО състоящи се от хора които са били свързани дълги години с институциите от системата за национална сигурност – бивши военни, полицаи, разузнавачи, контраразузнавачи: Съюз на офицерите и сержантите от запаса и резерва, Асоциация на разузнавачите, Асоциация на контраразузнавачите и др.;

5. Организации на хора, свързани с националната сигурност и имащи за цел защита на социалните права на участващите в тях - Съюз на военноинвалидите и военнопострадалите, Съюз на възпитаниците на

военните на Негово Величество училища, Съюз на ветераните от войните в България.

Професор Слатински определя 4 етапа в създаването и дейността на структурите на гражданското общество (в това число и НПО), които етапи определят ролята и значението им за отбранителния сектор:[7]

**Първи етап** - „начален етап”, етап на прохождането в новите ценности; етап, който може да се нарече време на „осъзнаване и осмисляне”. Той обхваща периода 1989-1992 г. - от началото на демократичните промени до падането на правителството на Филип Димитров.

**Втори етап** - „просветителски етап”, етап на разпространяване на новите ценности; етап който може да се нарече време на „обясняване и пропагандиране”. Той обхваща периода 1993-1996 г. - от избирането на правителството на Любен Беров до падането на правителството на Жан Виденов.

**Трети етап** - „активен етап”, етап на интензивно сътрудничество по осъществяването на новите ценности; етап който може да се нарече време на „въздействие и влияние”. Той обхваща периода 1997 - 2004 г. - от избирането на правителството на Иван Костов до приемането на България в НАТО.

**Четвърти етап** - „инерционен етап”, етап на известно отстъпление от последователната тенденция по реализация на новите ценности; етап който може да се нарече време на „свиване и ограничаване”. Той обхваща периода 2005 - 2009 г. - след приемането на България в НАТО и до днес.

Според изданието “Парламентарен контрол над сектора за сигурност” на Женевския център за демократичен контрол на въоръжените сили НПО могат да допринасят за укрепването на демократичния контрол над сектора за сигурност чрез:

- разпространяване на независими анализи и информация относно сектора за сигурност, военните и отбраната на страната, медиите и обществото;
- мониторинг и укрепване на респекта към законността и човешките права в сектора за сигурност;
- поставяне в дневния политически ред на въпроси по сигурността, които са важни за обществото като цяло;
- предоставяне на алтернативна експертна гледна точка върху правителствената политика за сигурност, бюджета за отбрана, доставките и опциите за ресурсно осигуряване, принос към обществения дебат и формулиране на алтернативи на политиката;
- предоставяне на обратна връзка за решения в политиката за национална сигурност и начина по който се прилагат;



- образование на обществото и стимулиране на алтернативни дебати в общественото пространство.

Отчитайки мястото и ролята на НПО в системата на националната сигурност през 2012 г., правителството прие Стратегия за подкрепа на развитието на гражданските организации в Република България с времеви хоризонт 2012-2015 г.

Стратегията има за цел да създаде подходящи условия за развитие на гражданските организации и да стимулира партньорството между тях и институциите на национално и местно ниво.

Чрез стратегията, държавата се ангажира да подкрепи организациите, за: [8]

- мобилизиране на гражданска енергия за осъществяване на информиран дебат по теми от дневния ред на обществото на европейско, национално и местно ниво (в т.ч. по развитието на държавата и институциите, прилагането на Законите и т.н.);

- представяване и защита интересите на различни обществени групи;

- изпълнение на ролята на коректив на централната и местна власти и двигател на диалога между управляващи и граждани;

- извършване на независими анализи на мерки и действия на властта на всяко ниво и да предоставянето им за ползване от институциите и обществото;

- активно участие в процеса на подготовка, прилагане и оценка на планове и политики на местно, регионално и национално ниво;

- информиране на обществото и гражданите по актуални теми от дневния ред не само в Република България и ЕС, но и по света.

От казаното до тук можем да обобщим ролята и значението на неправителствения сектор в процесите на генерирането и защитата на националната сигурност. На първо място неправителствения сектор създава прозрачност в процесите по намиране на решения в сферата на сигурността, като наблюдава и осъществява контрол върху процеса на вземането на решения и извършват мониторинг на действията на правителството и другите субекти участващи в осъществяването на политиката за сигурност. На второ място, сектора изготвя и предоставя независими експертизи, които улесняват вземащите решения в работата им, предоставят алтернативни решения и концепции за разрешаване на актуални проблеми на сигурността, с което допринасят за провеждането на по-ефективна политика в сферата на сигурността. Трето, гарантира информираността и просветата на обществото по политическите процеси на вземане на решения, събужда съзнанието на гражданите за определени глобални проблеми в сферата на сигурността и повишава представителността на хората на националната и международната сцена.

## Литература:

- [1] Стратегия за национална сигурност на Р. България
- [2] Закон за местното самоуправление и местната администрация
- [3] Закон за частната охранителна дейност
- [4] <http://www.dnes.bg/eu/2011/01/11/statistika-ot-es-56-486-ohraniteli-vardiat-v-bylgariia.108411>
- [5] Закон за юридическите лица с нестопанска цел
- [6] <http://nslatinski.org/?q=bg/node/205>
- [7] <http://nslatinski.org/?q=bg/node/207>
- [8] Стратегия за подкрепа на развитието на гражданските организации в Република България



THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## РИСКОВИ ФАКТОРИ И ЗАПЛАХИ ЗА СИГУРНОСТТА В БЪЛГАРИЯ

Доника Диманова

ШУМЕНСКИ УНИВЕРСИТЕТ „ЕПИСКОП КОНСТАНТИН ПРЕСЛАВСКИ“

E-mail: [d.dimanova@gmail.com](mailto:d.dimanova@gmail.com)

## RISK FACTORS AND C SECURITY THREATS IN BULGARIA

Donika Dimanova

KONSTANTIN PRES LAVSKY UNIVERSITY OF SHUMEN

**ABSTRACT:** *The report reviews the main trends in risk, dangers and threats to national security. An evaluation of factors and circumstances which affect the security of our country has been made. One of the main functions of the state is to guarantee a security level and protection of citizens, which can be difficult if its normal operation is disrupted. No country is able to independently handle current risks and challenges, so there is need to look for common approaches to counteract and neutralize them.*

**KEY WORDS:** *risks, security, factors.*

### Въведение

Състоянието на стабилност и сигурност зависи от способността ни да долавяме навреме рисковете и заплахите, да реагираме бързо и ефикасно на възникналите рискови ситуации. В Стратегията за национална сигурност се отчита, че рисковете и рисковите фактори не действат самостоятелно. Тяхното взаимодействие и натрупване усложнява сферата на националната сигурност като обект на политики и може да доведе до пределни ситуации и повратни точки, при които дестабилизацията на конституционния ред става необратима – възниква криза.

Факторите, влияещи върху зараждането и развитието на кризи в България и в световен мащаб са доста разнообразни. Те могат да се

проявяват на различна основа – политическа, военна, икономическа, териториална, природна, религиозна и други.

### **Изложение**

Преди да се разгледат факторите, е добре да се дефинират основните понятия – риск, опасност, заплаха, уязвимост, източник на риска, област на риск, последици, сигурност и рискова ситуация.

Всеки човек в зависимост от опита си и средата в която се развива, има различна представа и отношение към риска. Рискът може да се разбира като потенциална възможност и вероятност.

Рискът, водещ до положителни последици, реализиране на печалба и изгоди е прието да се нарича „шанс“. Той генерира нови възможности или предимство, които могат да се използват рационално.

По принцип хората свързват риска с опасност и заплаха, затова в повечето определения, той се описва с отрицателните си последици.

Риска е вероятността от протичане на неблагоприятно събитие или процес, свързани с човешка дейност, която подлежи на рационализация и управление [4].

В Българския синонимен речник от 1987 г. значението на „риска“ е съответно опасност, рискованост, отговорност.

В малкият речник на чуждите думи в българския език от 1999г. значението на „риска“ се тълкува като възможна опасност, евентуална загуба, провал и пр.

Институтът за български език на БАН през 1982 г. в Речника на чуждите думи в българския език, дава следното значение на понятието „риск“: възможна опасност; действие наслуки с надежда за успех; възможна загуба при търговска сделка, във валутните и в кредитните операции, в застрахователното дело и др.

Никола и Иван Данчови в енциклопедията си от 1936г. дават следното определение за понятието „риск“: възможна опасност; неуверено очакване на успех; готовност за излагане на опасност с надежда за успех.

Юлий Георгиев в „Управление на риска в сигурността“ разглежда риска в две направления – тяснопрагматично и широкофилософски. Според него при тяснопрагматичния подход, рискът се свързва с предупреждение за извънредни ситуации, като се акцентира върху ограничаване на щетите, опазването на здравето и безопасността на хората. При широкофилософския подход проблемите на риска се свързват с качеството на живот, като елементи на системата са човешкият фактор, нивото на политиката, образованието, културата, икономиката, ресурсното и технологичното осигуряване.

Рискът може да се дефинира като възможност за негативно отклонение или провал при реализиране на целите. Това разбиране, популярно сред

международните експерти по риск мениджмънт се дефинира по следния начин [1]:

Рискът е потенциалната възможност за реализирането на нежелани, негативни последици от едно събитие.

Риск са всички бъдещи събития или действия, които може да засегнат обществото или постигането на нашите политически или бизнес цели, задачи, планове, стратегии, отношения, решения, очаквания или резултати.

Рискът се измерва с вероятността да се реализира и с последствията, ако това стане.

Риска има следните основни елементи: опасност, уязвимост, последици, източници на риска и рискови фактори.

Опасността съществува в условия на неопределеност. Тя е обективна възможност за вредно въздействие, която характеризира степента на изложеност на риск [1]. В практиката съществуват кодове за идентифициране нивото на опасност – код „зелен“ – нулево ниво на опасност, код „жълт“ – ниско ниво на опасност, код „оранжев“ – повишено ниво на опасност и код „червен“ – високо ниво на опасност. При наличие на риск, равнището на опасност е по – ниско, отколкото при заплахата.

Запахата е непосредственост от опасност. Тя се характеризира с по – голяма сила и конкретност за негативното събитие.

Риск и запахата имаме само при наличие на незащитеност на системата срещу нежелани вредни последици – уязвимост. Това всъщност е показател за ефективност на системата ни за сигурност.

За нашата страна най – голям риск или уязвимост съществува в условия на природни бедствия, военни и граждански конфликти, терористични актовеи др. Уязвимостта определя влиянието и риска и различните рискови фактори.

Рисковите фактори са факторите, които благоприятстват появяването на риск в конкретната област, наречена област на риск.

Рисковете имат източник, който генерира риска или към когото е насочен риска. Източници могат да бъдат както отделни лица, групи и организации, така и отделни събития, явления и процеси.

Последиците са вероятностния резултат от възможните въздействия при реализация на рисковете и запахите [1].

Рисковете и запахите могат да бъдат количествено и качествено оценени. Правилното идентифициране и дефиниране на рисковете и запахите е критерий за доброто състояние на национална сигурност.

Р. Гюров в „Новата парадигма на сигурността“ определя сигурността като „състояние на динамично равновесие между дадена система и заобикалящата я среда, когато системата запазва своята идентичност и устойчивост независимо от негативните въздействия на средата и което човек възприема като основна потребност и ценност“.



Сигурността засяга основните институции и техния капацитет да функционират. Състоянието на стабилност и сигурност зависи от способността ни да долавяме навреме рисковете и заплахите, да реагираме бързо и ефикасно на възникналите рискови ситуации.

Рисковата ситуация е съвкупност от рискови обстоятелства, които могат да станат условия и причини за накърняване на общозначими интереси и нанасяне на вреди на обществото и държавата [1]. Рисковата ситуация предполага и ограничени възможности за пълноценен контрол и превенция.

При динамично неблагоприятно развитие рисковата ситуация може да прерасне в криза.

В новата геостратегическа обстановка в Европа и в света настъпиха изменения в характера на заплахите за сигурността. Разшири се спектърът от новите и специфични рискове и предизвикателства за сигурността, някои от които са трудни за предвиждане и оценяване като: неконтролируемото разпространение на оръжия и технологии, включително и компоненти на оръжия за масово поразяване; организираната престъпност и свързаните с нея наркотрафик и тероризъм; проблемите на бежанците и нелегалната емиграция; проявите на ислямския фундаментализъм; заплахите за информационните системи за държавите; транснационалните екологични проблеми; природните бедствия и промишлените аварии и катастрофи; проявите на ксенофобия и др.

Някои от тези рискове поставят под заплахата сигурността в отделните страни и развитието на самото общество. Те имат международно измерение и придобиват глобален характер, поради което за тяхното неутрализиране е необходимо по-широко международно сътрудничество.

Рисковите фактори и заплахи могат да бъдат групирани по различни признаци: по място - вътрешни и външни; по характер - военни и невоенни; по време - трайни и временни; по области на въздействие - политически, социално-икономически, информационни, екологични, демографски, хуманитарни, етно-малцинствени и религиозни; по степента на тяхното проявление и въздействие - реални или потенциални, преки или косвени, и др. Това разграничаване е условно, т.к. част от тях се проявяват комбинирано. Характерно за съвременната обстановка е възникването предимно на вътрешни, а не на междудържавни конфликти.

Външната и вътрешната сигурност стават във все по-голяма степен взаимозависими. Стратегическо влияние върху вътрешната среда за сигурност оказват международните финансово-икономически и политически процеси, енергийните проекти, ангажиментите на Република България за защита на съвременните демократични ценности, за охрана и контрол на външните граници на ЕС и в борбата с трансграничната престъпност [5].

Финансовото осигуряване е основен фактор за системата на сигурността. Задълбочаването на икономическите и социалните различия създават предпоставки за появата на несигурност и нови заплахи за стабилността на държавата.

От изнесенят доклад за състоянието на национална сигурност на Република България през 2011 г. става ясно, че на фона на външната рискова среда, страната ни бавно се възстановява.

- Банковата система продължава да се ползва с доверието на вложителите и да отчита добри финансови показатели, докато кредитния риск е сравнително висок в някои отрасли на корпоративния сектор и част от домакинствата.

- Рискът от бедност за населението на България е над средното равнище за ЕС.

- Неблагоприятните демографски тенденции и недостатъчната конкурентоспособност на икономиката са основни заплахи за развитието на пазара на труда в дългосрочен план.

- Съществуват и негативни тенденции и в здравно – демографския статус на населението.

- Корупцията продължава да е във фокуса на общественото внимание.

- Основни са приоритетите за гарантиране на енергийната сигурността и предприемането на мерки за увеличаване на енергийната ефективност, както и развитието на конкурентен енергиен пазар [2].

- Като основни рискове за екологичната сигурност през 2011 г. са посочени замърсяванията на въздуха, почвите, водите и унищожаване на природни ресурси. ВИК, напоителните системи, съоръженията за защита от наводнения и природни бедствия, язовирите и др. са с незадоволителен капацитет и висока степен на амортизация.

- Страната ни дава своя принос за предотвратяване на рискове от увеличен миграционен натиск, от засилване на влиянието на радикални движения и активиране на международни терористични мрежи в непосредствена близост до Европа. Нараства заплахата от разпространение на ОМП и на средства за тяхната доставка.

- Територията на Република България продължава да се използва за транзитен пренос на хероин, кокаин, синтетични наркотици и прекурсори.

- Наблюдава се тенденция към увеличаване на престъпленията, свързани с изготвянето и разпространението на неистински електронни разплащателни инструменти и официални документи.

- Намалява фалшифицирането на парични знаци.

- Увеличава се трафик на жени с цел сексуална експлоатация основно към Франция, Нидерландия, Белгия и Германия.

- Контрабандата и разпространяването на акцизни стоки без бандерол се увеличава.

- Бързото развитие на компютърните технологии, интернет и индустриалната глобализация създава предпоставки за възникване на заплахи за проникване, манипулиране и унищожаване на информационните системи на фирни и частни стопански субекти. Повишава се заплахата от кибернетични атаки срещу стратегически важни за управлението на държавата обекти, които могат да застрашат икономиката, финансовата система, комуникационно-информационната и критичната инфраструктура. Увеличава се броят на уебсайтовете, съдържащи материали с детска порнография. Това ускори предприемането на защитни мерки както на национално ниво, така и в рамките на НАТО и ЕС.

- Природните бедствия, промишлените аварии и катастрофи също са рисков фактор, който може да повлияе на сигурността. Рисковите събития се разграничат най-общо в две основни групи по критерий за възможност за човешка намеса [4]: събития, възникнали в резултат на природни явления и събития, възникнали в резултат на човешка дейност.

### **Заклучение**

Тенденциите в глобалната и регионалната средата за сигурност показват, че развитието им ще продължи да бъде с висока динамика, неопределеност, нееднозначни и сложни за прогнозиране процеси. Това е породено от широкия спектър на асиметричните рискове и заплахи.

Като основни заплахи за сигурността на България и в световен мащаб и през следващите години ще бъдат бедността, социалните конфликти, тероризмът и организираната престъпност, кибернетичните заплахи, разпространението на оръжия за масово унищожение, нелегалният трафик на хора, наркотици и оръжия, бежанските вълни и нелегалната емиграция; енергийните и екологични проблеми, природните бедствия, промените в климата и техногенните катастрофи.

Членството на Република България в НАТО и ЕС, са определящи фактори за националната ѝ сигурност и могат да възпрепятстват появата на пряка военна заплаха за суверенитета и териториалната ѝ цялост в дългосрочна перспектива.

Системата за сигурност на България гарантира превенцията и сравнително ефективни действия на държавата при кризи. Тя показва добра оперативна съвместимост със съответните системи на НАТО, ЕС, ООН и други международни организации и държави. Едновременно с това националната система за сигурност се нуждае от адаптация, нов подход в осигуряването на антикризисни ресурси и усъвършенстване на

нормативната уредба, на концептуалните и доктриналните документи за функционирането ѝ като единна организация.

### **Благодарности**

Този доклад е подкрепен по Проект BG051PO001-3.3.06-0003 “Изграждане и устойчиво развитие на докторанти, постдокторанти и млади учени в областта на природните, техническите и математическите науки”. Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз.

### **Литература**

- [1] Георгиев, Ю., „Управление на риска в сигурността“ София 2012
- [2] Годишен доклад за състоянието на национална сигурност на Република България през 2011г.
- [3] Гюров, Р., „Новата парадигма на сигурността – необходимост от изискване за изграждане на система за оценка на риска и ранно предупреждение в България“, Военен журнал 2010
- [4] Национална сигурност на България: Рискове до 2020 -2015 година, Risk Monitor
- [5] Стратегия за национална сигурност на Република България 2011



THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## ДЕМОГРАФСКАТА КРИЗА И СОЦИАЛНАТА СИСТЕМА В ШУМЕНСКА ОБЛАСТ

Ивелина П. Андреева

ГР. ШУМЕН УЛ. "СОФИЙСКО ШОСЕ" №6 АП.15

## DEMOGRAPHIC CRISIS AND SOCIAL SYSTEMS IN SHUMEN REGION

Ivelina P. Andreeva

BULGARIA, 9700 SHUMEN, 6 SOFIISKO SHOSE STREET, AP.15

**ABSTRACT:** *In demographic terms the people's aging is an irreversible process and therefore the answer to this challenge should be directed to the application and development of integrated policy to slow the rate of reduction of the population with tendencies to its stabilization in the long term; to mobilize and make full use of capabilities of the available human resources and targeted investment in improving the quality of human capital, including people with their health, education qualifications, abilities and skills.*

**KEY WORDS:** *human capital, aging population, demographic, social and pension system*

Демографските промени са в основата на формирането на една нова социална реалност, пред която са изправени обществата, както в глобален мащаб така и в Европа и Европейския съюз.

Свидетели сме на процес на увеличаване на възрастната част на населението и намаляване на дела на децата и младите хора. Всичко това рефлектира върху устойчивото развитие на обществото и прави по-сложни преходите от един жизнен цикъл в друг. Младите хора вече осъществяват значително по-късно своите важни житейски стъпки и цели - като завършване на образование, започване на работа, раждане и отглеждане на деца. Очертаващата се трайна тенденция на застаряване на населението и прогресивното нарастване с всяка изминала година на процентния дял на възрастното население е процес с изключително значение и влияние за

бъдещото програмиране в социалната област, тъй като засяга сфери с висока степен на значимост. Нарастващият дял на възрастното население ще доведе до по-големи разходи в сферата на публичните финанси - до повишаване на разходите за пенсии, дългосрочни грижи, здравеопазване, за образование.

В демографски план застаряването на населението е необратим процес и затова отговорът на това предизвикателство трябва да бъде насочен не просто към механична промяна на основните демографски показатели, а към прилагане и развитие на интегрирана политика за мобилизиране и пълноценно използване на възможностите на наличните човешки ресурси и целенасочено инвестиране в повишаване на качеството на човешкия капитал.

Основната стратегическа цел на демографската политика в България е формулирана в приетата с Решение на Министерския съвет от 1 февруари 2012 г. Национална стратегия за демографско развитие на населението в Република България 2012 – 2030 г. и е насочена към **забавяне темповете на намаляване на броя на населението с тенденция за стабилизирането му в дългосрочен план и осигуряване на високо качество на човешкия капитал, включващ хората с тяхното здравословно състояние, образование квалификация, способности и умения.** Повишаването на качествените параметри на възпроизводството на населението се превръща в основно предизвикателство пред демографската политика на страната в контекста на концепцията за устойчиво развитие в процеса на пълноценно европейско членство на България и изграждане на икономика, основана на знанията.

При преброяването преди началото на т. нар. преход през

**1985** г. населението на България е 8 948 649 души,

**1989** г. - 9 009 018 души,

**2001** г. - 7 932 984,

**2011** г. - 7 364 570 души,

Към 31 декември **2013** г. населението на България е 7 245 677 души, което представлява 1.4% от населението на Европейския съюз и нарежда страната на 16-о място по брой на населението непосредствено след Австрия (8 452 хил. души) и преди Дания (5 603 хил. души). В сравнение с 2012 г. населението на страната намалява с 38 875 души, или с 0.5%.

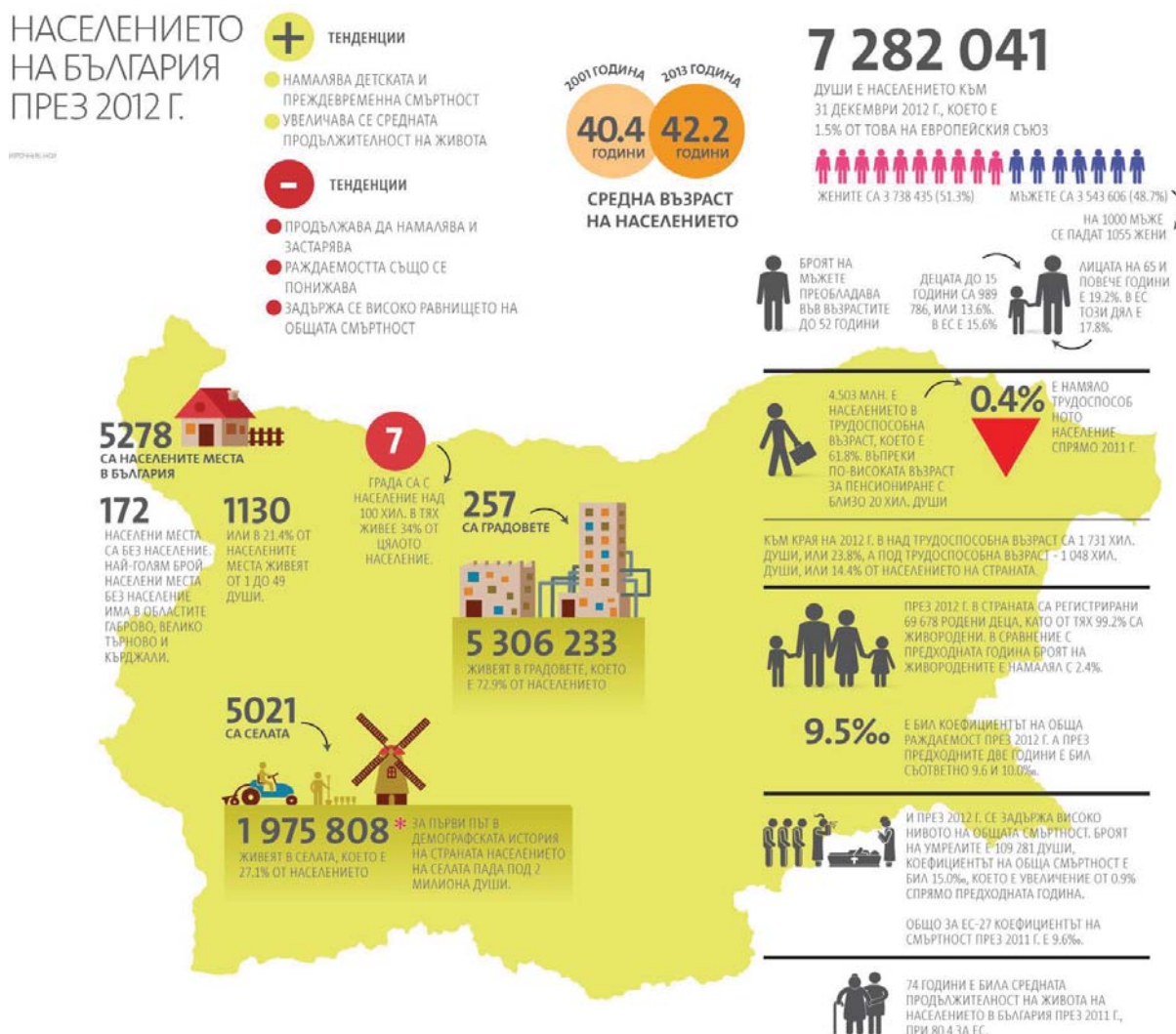
За период от по-малко от тридесет години населението е намаляло с 19 %, като през първото десетилетие на новия век е спаднало с над 580 хил. души, а за 25 години с 1,65 млн. души. За страна с малко над 7 млн. жители това е сериозен проблем.

Със 753 души е намаляло населението на Шуменска област за 2013 г. в сравнение с предходната и по данни на ТСБ населението в областта в края на 2013 г. е 178 061 души. Населението на област Шумен намалява с



по-бързи темпове, отколкото намалява населението на страната. Коефициентът на естествен прираст се движи около средния за страната. По-сериозен проблем се явява високият отрицателен механичен прираст (напуснали областта спрямо заселили се в нея), който достига 4-5%. Нетното изселване може да се обясни с икономическата криза и с търсенето на възможности за образование и работа извън рамките на областта. Хората от областта най-вече се местят да живеят в град.

## НАСЕЛЕНИЕТО НА БЪЛГАРИЯ ПРЕЗ 2012 Г.



Фиг. 1. Население на България[3]

България е сред деветте страни с негативни демографски процеси в ЕС, сочат последни данни на Евростат за растежа на населението в Евросъюза.

През 2012 г. отрицателен прираст на населението спрямо предходната година имат Румъния (минус 58 хиляди души), Литва (минус

45 хиляди), България (минус 42 хиляди), Латвия (минус 33 хиляди), Португалия (минус 30 хиляди), Унгария (минус 28 хиляди), Гърция (минус 19 хиляди), Хърватия (минус 14 хиляди) и Естония (минус 5000).

Освен това България оглавява и класацията на отрицателния естествен прираст сред страните на ЕС: минус 5,1 души на 1000 жители. Следват Латвия (минус 4,7 души на 1000) и Унгария (минус 4,1 души на 1000). Най-високи темпове на естествен прираст за 2012 г. в ЕС са отчетени в Ирландия - 10 души на 1000 жители, Кипър - 4,8 на 1000, Франция - 4,2 на 1000, и Великобритания - 4,1 на 1000.

Отрицателният прираст за 2012 г. е 7,8 процента - тази цифра се образува от разликата между раждаемост и смъртност. Според демографи, обаче, националната статистика не прибавя и отрицателното салдо на емиграцията, която е минус 3,1 процента. Сборът на тези два показателя е - 11. Учени-математици са изчислили, че българите намаляват с 9 души на час. Това прави около 7000 на месец или около 80 хиляди годишно.(4 - ).

Най-важна роля във възпроизводството на човешкия потенциал на една страна играе броят на жените във фертилна възраст. И в тази област ситуацията е повече от трагична – за периода 2001-2012 година числото на такива жени у нас е намаляло с повече от 280 хиляди, като само през 2012 г. спадът е с 26 хиляди.

Разглеждайки ситуацията по региони се отчита, че цели региони се обезлюдяват. Селата се обезлюдяват и за първи път в демографската история на страната населението в тях спада под 2 млн. От 1989 г. до 2012 г. 183 селища в България са напълно обезлюдени. 1262 селища, което е 23.7% от всичките 5329 такива в страната ни, са с население от 10 до 99 души.(НСИ).

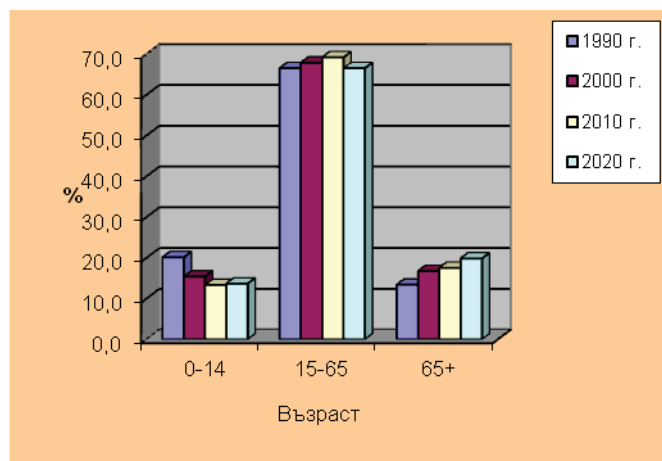
Особено това е вярно за Северозападна България. По данни на НСИ за 2011 г. само столицата София бележи благоприятен естествен прираст от 15,8 на хиляда, както и Варненска област, която е с положителен такъв – 1,3 на хиляда. Всички останали области са с отрицателен прираст.

През 2012 г. с положителен механичен прираст (разликата между заселените и изселените лица) са шест области в страната: София (столица), Пловдив, Стара Загора и Шумен.

В резултат на отрицателния механичен прираст най-много намалява населението в областите Благоевград, Плевен и Враца.(НСИ Статистически справочник 2013 г.)

Най-лошото обаче е, че темпът, с който се топят българите, се увеличава и според прогнозата на ООН през 2050 г. в България ще живеят не повече от 5 млн., а населението ще е с изключително влошена възрастова структура.

Основните демографски тенденции в България показват трайна тенденция на нарастване на относителния дял на възрастното население:

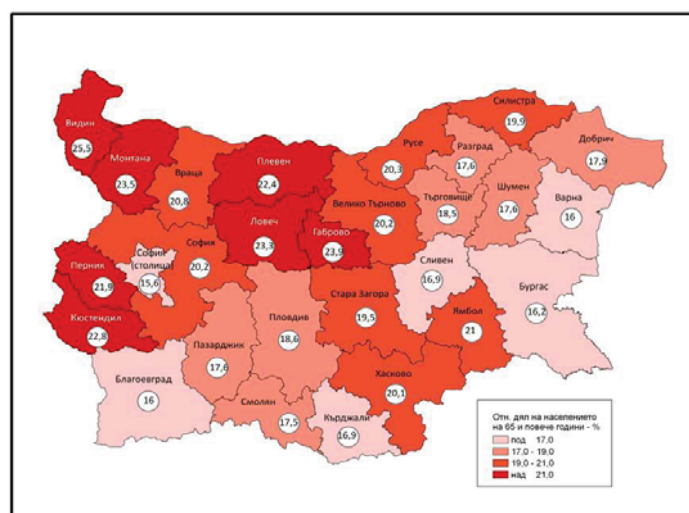


Фиг. 2: Население на Република България по възрастови групи през периода 1990 – 2020 г.[3]

Продължава процесът на остаряване на населението. В края на 2013 г. лицата на 65 и повече навършени години са 1 417 667, или 19.6% от населението на страната. В сравнение с 2012 г. делът на населението в тази възрастова група нараства с 0.4 процентни пункта, а спрямо 2001 г. увеличението е с 2.7 процентни пункта.

Най-голям е относителният дял на населението на 65 и повече години в областите Видин - 25.5%, Монтана и Габрово - по 24%, Ловеч - 23.3%, и Кюстендил - 22.8%.

Най-нисък е делът на възрастното население в областите Благоевград, Варна и София (столица) - 16%.



Фиг. 3: Относителен дял на населението на 65 и повече години по области към 01.02.2011 г.[3]

Населението в трудоспособна възраст към 31.12.2013 г. е 4 472 хил. души, или 61.7% от цялото население, като мъжете са 2 364 хил., а жените - 2 141 хиляди.

Въпреки увеличаващата се възрастова граница за пенсиониране трудоспособното население е намаляло с над 33 хил. души, или с 0.7% спрямо предходната година.

Към края на 2013 г. над трудоспособна възраст са 1 718 хил. души, или 23.7%, а под трудоспособна възраст - 1 056 хил. души, или 14.6% от населението на страната.

Възпроизводството на трудоспособното население се характеризира чрез коефициента на демографско заместване, който показва съотношението между броя на влизащите в трудоспособна възраст (15 - 19 години) и броя на излизащите от трудоспособна възраст (60 - 64 години). Към 31.12.2013 г. това съотношение е 62. За сравнение, през 2001 г. всеки 100 лица, излизащи от трудоспособна възраст, са били замествани от 124 млади хора. Най-благоприятно е това съотношение в областите Сливен - 78, Търговище и Пазарджик - по 71, Разград и Благоевград - по 70. Най-нисък е този показател в област Габрово, където 100 лица, излизащи от трудоспособна възраст, се заместват от 46, влизащи в трудоспособна възраст.

В област Шумен относителният дял на населението на 65 и повече години е 17.6 %, с 3.15 пункта по – нисък от средното за страната. С 699 души пък са намалели лицата в трудоспособна възраст в областта, като 100 излизащи лица от тази възраст се заместват от 67,7 трудоспособни. Така на всяко лице в зависимите възрасти под 15 г. и над 65 г. се падат близо 2 лица в активна възраст и те са близо 40 783 души. Лицата на 65 и повече навършени години са 33 490, или с 0.5 повече от предходната 2012 г. като жените над 65 г. са 22%, а мъжете – 15,5%. При децата до 15 години, които са 25 585 има увеличение спрямо 2012 г. с 0,2 процентни пункта. Остаряването на населението в областта води и до повишаване на неговата средна възраст - от 39,9 години през 2005 г. на 42,4 години в края на 2013 г.

Демографските параметри освен количествени имат и **качествени характеристики** с различни измерения.

Първо такова измерение е делът на хората над 65 години и този на младите под 15 години спрямо общия брой на населението. В България възрастните над 65 години са два пъти повече, а младите под 15 години два пъти по-малко, отколкото средните стойности за света.

Друг важен аспект на качествените характеристики на демографската катастрофа е здравното състояние на хората в България, което определено е резултат на липсата на адекватни здрави грижи вследствие на съществуващата здравна система. България е на четвърто

място сред 30 европейски държави по общата ранна смъртност за мъжете и жените на възраст от 45-74 години, съответно с 1617 мъже и 1096 жени на 100 000 души. Това определя и изключително ниската средна продължителност на живота за мъжете в нашата страна, както и невисоката такава за жените. Ключови причини за тази ранна смъртност са два вида заболявания – на кръвоносната система – хипертония и като следствие – инсулти и инфаркти, а другата са раковите заболявания.

Трети важен аспект на качествените характеристики на демографската катастрофа на България е етническата съставляваща.

Фактически негативните параметри на раждаемостта, а оттук и естествения прираст на България основно са за сметка на държавнообразувания етнос - българите. Сред новородените броят на бебетата, родени от майки българки са по-малко от половината.

Следващият качествен аспект на демографската катастрофа е свързан с емиграцията. Над милион са напусналите страната през последните години за да търсят работа и по-добри условия за живот. В Испания, Гърция, Италия и САЩ работят стотици хиляди български гастарбайтери, които в по – голямата си част са високовалифицирани. Средно над 10 000 младежи отиват да следват в чужбина всяка година. 70% от завършващите елитните езикови и математически гимназии, както и частните училища, стягат багажа за западни университети – предимно в Германия, Великобритания и САЩ.

На база на направените наблюдения може да се твърди, че в цялата си съвкупност, като количествени и качествени характеристики, настъпилата демографска криза в България доведе до дисфункционалност в социално-икономическото и техно-иновационното ѝ развитие. Казано с други думи страната функционира във все по-тесен ракурс – технологически, икономически, интелектуален, а най-вече социален, именно заради недостиг на човешки ресурси в количествен и качествен смисъл.

Това са едни от основните изводи от данните на Националния статистически институт за населението на България през 2012 г.

Причините за неприятната картина са емиграцията, високата смъртност и ниската раждаемост. А от демографските процеси зависят два основни компонента на икономиката – работната ръка и вътрешното потребление, което движи пазара.

Демографската криза в България се задълбочава - населението продължава да намалява и застарява, все по-малко млади хора навлизат в трудоспособна възраст и заместват излизащите от пазара на труда, работещите са все по-малко от неработещите и пенсионерите. Ако нещата не се променят, тенденцията ще продължи да се влошава и първите ще трябва да плащат все повече, за да се издържат вторите, което пък ще



намалява разполагаемия му доход за потребление, което допълнително ще ограничи инвестициите, растежа и в крайна сметка богатството.

Колкото по-застаряващо е едно население, толкова по-голяма тежест ще оказва то върху социалната система, т.е. най-силно засегнати ще бъдат **пенсионната система, здравеопазването и образованието**. Застаряващото население ще потребява, но то няма да произвежда, спестява или инвестира. Затова и според икономистите най-големият проблем ще е за бюджетната сфера, а не в останалите сектори на икономиката. За бизнеса и икономиката като цяло това също е проблем, макар и по-лек, тъй като те са по-склонни да се приспособяват към новите реалности. Икономиката е достатъчно гъвкава и ще се пренастрои, като промени структурата си.

Националната стратегия за демографско развитие на България е документът, който очертава приоритетите, формиращи социалните политики в следващите десетилетия.

Те трябва да забавят темповете на демографски срив чрез насърчаване на раждаемостта и чрез създаване на възможности за пълноценен и активен живот на възрастните хора.

Това е изходът и Европа го показва, като определи 2012 г. за година на активното стареене и солидарността между поколенията.

Основно направление в стратегията е насърчаване на раждаемостта чрез създаване на среда, благоприятна за отглеждането и възпитанието на децата, което означава осигуряване на условия семейните двойки да имат толкова деца, колкото биха искали да имат.

Второто направление е подобряване на репродуктивното здраве на населението и превенция на стерилитета.

Трети ключов приоритет е подобряването на общата информираност и сексуална култура на населението. Освен това – подобряване на общото здравословно състояние на българите и намаляване на общата преждевременна смъртност. Особено това се отнася до преждевременната смъртност при мъжете и детската смъртност. България не заема добро място сред европейските държави в това отношение.

Забавянето на темповете на застаряване включва разработване на адекватна емиграционна политика, за да се намали броят на напускащите страната млади хора в репродуктивна възраст.

Активният начин на живот на възрастните е част от демографската стратегия. Освен дългосрочната грижа за тях и здравето им, приоритет е поддържането на професионалната им активност както за лично удовлетворение, така и за повишаване на доходите им. Това е начин те да предадат своя опит и знания на по-младите. В крайна сметка целта е не удължаване на годините на трудова заетост, а пълноценно остаряване с полза и за обществото. Доброто медицинско обслужване, развитието на



социални мрежи за възрастните, условията за стареене в добро здраве, сигурност и удовлетвореност, са основни моменти в демографската стратегия на страната.

Политиката в областта на социалното включване е пряко зависима от политиките в областта на заетостта, образованието, здравната и дългосрочна грижа, жилищната политика. В контекста на Стратегия „Европа 2020” България дефинира национална цел за насърчаване на социалното включване в частност чрез намаляване на бедността, като я фиксира на намаляване броя на лицата, живеещи в бедност с 260 000 лица (16% от броя на бедните през 2008 г.), като са дефинирани четири подцели и съответните целеви групи. За постигане на тези цели борбата с бедността и социалното изключване се съсредоточава върху следните приоритетни области:

1. по-голяма адекватност на социалните трансфери;
2. комплексна подкрепа на децата и семействата;
3. включване на пазара на труда на безработните лица от уязвими групи;
4. подкрепа на възрастните хора чрез осигуряване услуги за дългосрочна грижа; адекватна подкрепа за работещите бедни и осигуряване на подходящи жилищни условия на уязвими рискови групи и намаляване на бездомността.

Политиката по отношение на интеграцията на хората увреждания има за цел да създаде условия и гаранции за равнопоставеност на хората с увреждания, социалната им интеграция, упражняване на правата им, подкрепа на тях и техните семейства и интегрирането им в работна среда. Целевата група са хора с трайно намалена възможност за социална адаптация или трайно намалена работоспособност, определени от органите на медицинската експертиза на работоспособността.

Проблемите в сектора на пенсионната система остават значителни, въпреки реформите в последните години. Общото равнище на осигурителна защита се повишава с оглед подобряване на коефициента на заместване на дохода, но рискът от изпадане в бедност сред възрастните хора остава висок. Равнището на бедност сред хората над 65-годишна възраст е 39.3%, а сред хората над 75-годишна възраст - 47.1%.

Българската пенсионна система все повече се превръща от осигурителна система в система, финансирана с данъци.

През 2013 г. разходите за пенсии достигат 9.92% от БВП, което е най-високият дял за периода 2003 - 2013 г. Приходите от осигуровки са достатъчни за покриването на едва 47% от общите разходи на ДОО. Повече от половината от разходите на системата се покриват с трансфер от държавата – под формата на участието ѝ като трети осигурител и с директен трансфер от републиканския бюджет. /Източник НОИ/

Най-естественият път към балансирането на финансовите потоци към и от разходно-покривната пенсионна система е през едновременното покачване на заетостта и създаването на стимули за оставането на пазара на труда по-дълго и за плащането на осигурителни вноски.

С постепенното увеличаване на възрастта за пенсиониране се очаква дефицитът в държавното обществено осигуряване да се преодолее през 2017 г. и до 2025 г. коефициентът на заместване на пенсията (от държавното обществено осигуряване и частните пенсионни фондове) да достигне 65% от личния доход на пенсионера.

Основните проблеми в пенсионната система са два. От една страна е нейната финансова нестабилност, а от друга са обективните демографски, икономически и социални проблеми, като намаляване и застаряване на населението; ниска икономическа активност на населението и наличието на сива икономика.

Шумен е сред осемте области в лошо социално-икономическо състояние. Това сочи анализът на Института за пазарна икономика (ИПИ) и "Майкро Стат Аналитикс" за развитието на областите през последните години, изготвен въз основа на 57 показателя, обединени в осем категории – икономика, инфраструктура, бизнес среда, демография, образование, здравеопазване, околна среда и социална среда.

Именно в сферите "Икономика" и "Социална среда" регионът получава най-слаба оценка в изследването на ИПИ. Според него стандартът на живот на населението в областта остава под средния за страната, като икономическата обстановка се характеризира с висока безработица и чувствително свиване на чуждестранните преки инвестиции.

През последните години близо половината хора в региона попадат в групата на живеещите с материални лишения, а един на всеки четирима души живее под линията на бедността.

#### Литература:

- [1] Дигитална библиотека на НСИ - <http://statlib.nsi.bg/modules/news>;
- [2] Национален осигурителен институт – <http://www.nssi.bg>;
- [3] Национален статистически институт – <http://www.nsi.bg>;
- [4] Статистически справочник: Демография, икономика и социално осигуряване 1991 - 2011 г., НОИ, 2012 г.;
- [5] <http://ime.bg/bg/articles/pensionnata-sistema-ostava-v-kriza/#ixzz35AHhSZJ>;
- [6] [http://devdata.worldbank.org/hnpstats/\(HNP-DemographicProjections\)](http://devdata.worldbank.org/hnpstats/(HNP-DemographicProjections));
- [7] <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/bu>.



THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION  
DEDICATED TO THE 145<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF  
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES AND TO THE  
35<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF GEORGI IVANOV'S FLIGHT

Original Contribution

ISBN 978-954-577-970-1

## ПРИЛОЖЕНИЕТО НА ЕВРОПЕЙСКИЯ ИНСТРУМЕНТАРИУМ ЗА РАЗВИТИЕТО НА ЧОВЕШКИЯ КАПИТАЛ

Ивелина Андреева

ГР. ШУМЕН УЛ. "СОФИЙСКО ШОСЕ" №6 АП.15

## THE APPLICATION OF EUROPEAN TOOLS FOR DEVELOPMENT OF HUMAN CAPITAL IN SHUMEN REGION

Ivelina Andreeva

BULGARIA, 9700 SHUMEN, 6 SOFIISKO SHOSE STREET, AP.15

**Abstract:** *This report presents an analysis of the currently used European schemes for the development of the human capital in Bulgaria and in the region of Shumen. The analysis offers a perspective on the concept of human capital and gives a possible justification for the need to invest in people. The acquisition of new knowledge and skills through lifelong learning, is a factor that leads to quality education for successful future employment and professional development for the achievement of economic and social progress.*

**KEY WORDS:** *human capital, European schemes, schemes to employed persons, unemployed persons schemes, training organizations*

Човешките ресурси са най-ценния капитал на нацията, а съвременното икономическо развитие изисква непрекъснато му усъвършенстване и обновяване. Акумулирането на опит и знания представлява постоянен процес, който е продиктуван от развитието на обществото и икономиката на знанието.

Инвестициите в човешкия капитал, науката и качеството на образованието са сред основните предизвикателства пред Европейския съюз и България, като негов член.

Независимо от факта, че Европейският съюз като цяло представлява просперираща икономическа общност, налице са различия в състоянието и развитието на над 250-те региона в съюза. Именно премахването на тези несъответствия и предоставянето на гражданите на ЕС на равни възможности за достъп до качествено образование и обучение, за

получаване на подходяща работа, за екологично чиста околна среда, за осигуряване на благоприятна бизнес-среда е основната цел на регионалната политика - политиката на сближаване на Европейския съюз (ЕС). Тя се основава на принципа на солидарността, доколкото част от бюджета на Общността се насочва към по-слабо развитите региони и социални групи. За провеждането на тази политика ЕС отделя около една трета от своя бюджет, като основният инструмент за това са структурните фондове (СФ).

По производителност на труда България е на едно от последните места в ЕС. Използването на европейския инструментариум и най – вече неговото приложение за развитието на човешкия капитал в различните региони на страната представлява начин за намаляване на безработицата и получаване на определени доходи, което води до снижаване на бедността. Максималното използване на ресурсите на Европейския социален фонд чрез схемите по Оперативната програма „Развитие на човешките ресурси” позволява да се намалят негативните ефекти върху бизнеса от кризата. Основните дейности по ОП РЧР ще са в четири основни направления – „Достъп до заетост”, „Достъп до образование” „Социално включване” и „Мерки за трайна десегрегация”

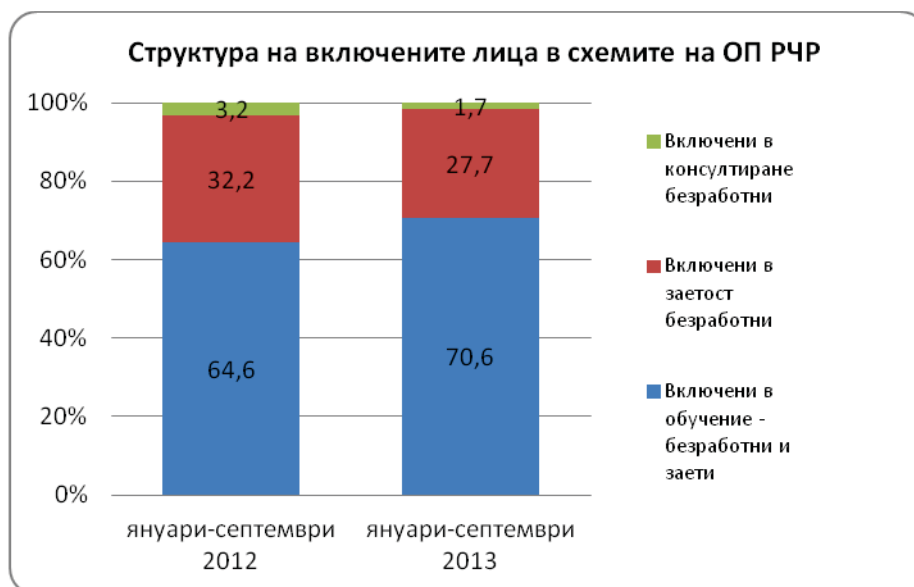
Една от възможностите за повишаване на човешкия капитал и повишаването на доходите е включването на работещите и безработните лица в различни схеми, финансирани от Европейския социален фонд и съфинансирането от Националния бюджет. В рамките на тази програма са очертани три основни политики с няколко направления, насочени към:

- Пазара на труд - направление – „Достъп до заетост”;
- Образованието - направление „Достъп до образование”;
- Социалното включване - направления „Социално включване” и „Мерки за трайна десегрегация”.

Европейските схеми от оперативна програма „Развитие на човешките ресурси” /ОП РЧР/, използвани в социалната сфера допълват, разширяват и надграждат активните и превантивните мерки на пазара на труда.

За реализация на схемите на Оперативната програма „Развитие на човешките ресурси” са изразходвани общо 159 437.9 хил.лв. от Европейския социален фонд.

Според целите на активната политика на пазара на труда, програмите и насърчителните мерки, финансирани със средства от държавния бюджет, и схемите на ОП РЧР, финансирани от Европейския социален фонд и използвани в социалната сфера са насочени основно към безработни лица - схеми „Отново на работа” и „Развитие” и към заети лица - схеми „Адаптивност” и „Аз мога”.



През 2012 г в обучение и заетост в схемите на Оперативната програма „Развитие на човешките ресурси“ са включени общо 139 967 лица (в т.ч.: в обучение – 86 860 безработни и заети лица и в стаж, в заетост и в заетост след обучение – 49 977 безработни лица).

А за деветмесечието на 2013 г. в схемите по Оперативна програма “Развитие на човешките ресурси” са включени общо 80 436 безработни и заети лица. Преобладаваща част от тях – 56 813 безработни и заети лица, са включени в обучение за придобиване и повишаване на професионална квалификация и ключови компетентности. В стаж и в заетост по схемите са включени 17 153 лица, в последваща заетост (след обучение) - 5098 безработни лица и в консултиране по схема „Насърчаване стартирането на проекти за развиване на самостоятелна стопанска дейност” – 1372 безработни.

### **Схеми за безработни лица**

Схема „Развитие” обезпечава обучение за придобиване или повишаване на професионалната квалификация на безработни лица, регистрирани в бюрата по труда, с цел тяхното последващо включване в заетост. Обученията се реализират чрез предоставяне на ваучери за обучение на представителите на целевата група. В проекта се включват безработни лица, регистрирани в бюрата по труда, като приоритет имат: лицата, освободени от работа след 01.11.2008 г. вследствие на реструктуриране на предприятието, закриване на предприятието, намаляване обема от работа или закриване на част от производството; безработните лица над 50-годишна възраст; безработните младежи до 29-годишна възраст; продължително безработните лица. През 2012 г. с решение на Комитета по наблюдение на ОП РЧР са променени критериите за избор на операция по схема „Развитие”, като изпълнението на проекта е



удължен до 31.12.2014 г., введен е нов размер на работната заплата за наетите на работа лица от работодател - община или структура на държавната администрация в размер на 380 лв.

По схемата се изпълнява проект на обща стойност 240 млн. лева. През 2012 г. 34 658 безработни лица са включени в обучение. Завършилите успешно обучение и придобили или повишили професионалната си квалификация са 34 631. Включени в заетост след обучение са 32 372 безработни лица. По схемата през 2012г. са изплатени 98 085 827 лв.

През деветте месеца на 2013 г. в обучение са включени 254 лица, успешно са завършили обучение 435 лица (част от тях са започнали обучение през предходната година), в субсидирана заетост след обучение са включени 941 безработни лица.

От началото на реализация на проекта до 25.09.2013г. в обучение са включени общо 58 853 лица, успешно са завършили обучение 57 785 души и в заетост след обучение са включени 53 974 безработни.

Схема **„Отново на работа”** осигурява заетост на безработни лица, преимуществено в предпензионна възраст, както и лица с образование и квалификация в сферата на здравеопазването, образованието и социалните дейности, като същевременно се дава възможност на родителите на деца до 3-годишна възраст, наети по служебно или трудово правоотношение или самонаети да продължат своето професионално развитие. С решение на Комитета по наблюдение на ОП РЧР е удължен срокът за изпълнение на проекта до 31.12.2013 г., променени са условията за кандидатстване (дадена е възможност на родители на деца от 0- до 3-годишна възраст да участват по схемата, премахнато е ограничението единият родител задължително да е в отпуск по майчинство/бащинство към момента на кандидатстване), както и размерът на възнаграждението на представителите на целевата група, включени в заетост за отглеждане на едно дете и на две и/или повече деца.

По схемата се изпълнява проект на обща стойност 19 998 582 лева. През годината в обучение са включени 824 лица, от тях 734 са завършили успешно. В заетост след преминато обучение са включени 583 безработни лица, които поемат грижата за децата. През 2012г. са изплатени 4 169 766 лв.

През деветте месеца на 2013 г. в обучение и в инструктаж са включени общо 832 безработни лица (съответно 795 лица - в обучение и 37 лица – в инструктаж). Обучение и инструктаж са завършили 915 лица. През периода в заетост след обучение са включени 1181 лица.

От началото на реализацията на проекта до 25.09.2013 г. в обучение са включени 3513 и в заетост – 3569 безработни лица.

Схема **„Насърчаване стартирането на проекти за развиване на самостоятелна стопанска дейност”**, проект **„Подкрепа на**

предприемчивите българи” подпомага безработни лица с ясна идея за започване на стопанска дейност чрез предоставяне на специализирани обучения и услуги. Схемата се изпълнява в рамките на три взаимно свързани компонента и подкрепя безработни лица, на които им липсва начален финансов капитал за стартиране на собствен бизнес и подходяща професионална подготовка и умения за управлението му. Компонент I е за предоставяне на обучение за придобиване на предприемачески, управленски и бизнес умения. По схемата се изпълнява проект „Подкрепа за предприемчивите българи – Компонент I“ на стойност 20 млн. лв. През 2012г. в обучение са включени 8508 лица, в консултиране – 3130 безработни и са изплатени средства в размер на 5 293 976 лв.

През деветмесечието в обучение няма включени лица, консултирани са 1372 лица. От началото на проекта до 25.09.2013г. в проекта са включени 14 495 души.

Схема **“Създаване на заетост на младежите чрез осигуряване на възможност за стаж”** предоставя възможност за стажуване при работодател на безработни младежи до 29-годишна възраст, които са регистрирани в бюрата по труда, завършили са средно или висше образование и са без трудов стаж по специалността. Чрез реализация на схемата се повишава конкурентноспособността на младите хора, улеснява се прехода от образование към заетост, натрупва се ценен първи професионален опит. Схемата стартира през 2010 г. на обща стойност 35 млн. лева. Вследствие на одобрени изменения в Критериите за избор е предоставена възможност по схемата да кандидатстват като работодатели и структурите на държавната администрация, общини и общински предприятия по чл. 52 от ЗОС. Лицата, включени в стажуване през 2012г., са 6588. По схемата през годината са изплатени 6 693 984 лв.

През деветте месеца на 2013г. в заетост по проекта са включени нови 1635 лица. От началото на реализацията на проекта до 25.09.2013г. в заетост са включени 9166 безработни младежи.

Целта на схема **„Подкрепа за заетост”** е да се насърчат работодателите да осигурят заетост на регистрирани безработни лица, като приоритетно се включват хора от уязвимите групи на пазара на труда: с ниска професионална квалификация и недостиг на умения; с ниско образование; от етническите малцинства и трайно безработни лица. Сроктът на изпълнение е 2012-2014 г. С реализацията на схемата се предвижда 19545 безработни лица да получат посреднически услуги, от тях 16300 лица да бъдат включени в заетост. Очаква се 30% от наетите по програмата да запазят работното си място след приключване на проекта. За първи път по ОП РЧР се дава възможност на работодателите от реалния и публичния сектор да получат пълна субсидия за възнагражденията на всяко наето безработно лице за период от 6 до 12 месеца. Освен заплатите и

осигуровките, се стимулират и наставниците, като за период от девет месеца те получават 50% от минималната работна заплата. Схемата стартира през 2012 г. Изпълнява се проект на стойност 80 млн. лева. През 2012 г. е осигурена субсидирана заетост на 9378 лица. Изплатени са 3 438 091 лв.

През периода януари - септември 2013г. работа са започнали 15 518 лица. От началото на проекта до 25.09.2013 г. са включени общо 24896 лица.

Схема „**Първа работа**” осигурява заетост на млади безработни до 29-годишна възраст посредством предоставяне на стимули за работодателите за тяхното наемане. За голяма част от целевата група това е първо работно място и поради това те биват включвани, в зависимост от потребностите на работодателя, в подходящо професионално обучение (по първа и втора квалификационна степен и обучение по част от професия по първа, втора и трета квалификационна степен) или в обучение по ключови компетентности (ключови компетентности 2, 3, 4 и 5, съгласно Европейската квалификационна рамка). В рамките на схемата, на работодатели, наели на съществуващи свободни работни места успешно завършили обучението безработни младежи, се предоставят средства в размер на минималния осигурителен доход за съответната основна икономическа дейност и квалификационна група професии, както и дължимите от работодателя осигурителни плащания за период от 6 до 12 месеца. Схемата стартира през 2012г. на стойност 20 млн. лв. В обучение са включени 1568 лица, от тях 975 са завършили успешно. Осигурена е субсидирана заетост на 638 лица. Няма изплатени средства.

През периода януари - септември 2013г. в обучение по заявки на работодатели са включени 699 лица. Успешно са завършили обучение 835 лица. Осигурена е субсидирана заетост на 1426 лица. От началото на реализацията на проекта до 25.09.2013г. в обучение са включени 2267 безработни и в заетост - 2064 лица.

Реализацията на схема „**Квалификационни услуги и насърчаване на заетостта**” води до повишаване на конкурентноспособността на лица, регистрирани като безработни в бюрата по труда, посредством обучение за придобиване или повишаване на тяхната професионална квалификация и осигуряване на възможност за производствен стаж по специалността, като приоритетно се насърчава включването на лица от уязвимите групи. Обучението и последващият производствен стаж повишават икономическата активност и интеграция на уязвимите групи и неактивните лица на пазара на труда чрез подобряване на уменията на нискоквалифицираните и възрастни работници, удължаване на активната им трудова дейност и създаване на условия за трайна заетост.

През деветте месеца на 2013г. в обучение по схемата са включени 1837 безработни лица, успешно са завършили 1361 лица и в заетост са включени 845 лица.

Схема **„Вземи живота си в свои ръце”** е насочена към най-рисковата и уязвима група сред безработните, обезкуражените и неактивните лица. Целта е да се обединят усилията на заинтересованите страни на местно равнище, включително на структурите на гражданското общество, за мотивация и подкрепа на лицата от целевата група. Приоритетно се насърчава включването в обучение на лица от уязвимите групи и последващо включване в заетост, повишава се икономическата активност и интеграция на уязвимите, неактивните и обезкуражените лица на пазара на труда, създават се условия за трайна заетост чрез придобиване на нова или повишаване на вече съществуваща квалификация.

През деветте месеца на 2013 г. в обучение са включени 910 лица (в т.ч. 466 лица – в обучение по професионална квалификация и 444 – по ключови компетентности), успешно са завършили обучение 1372 лица (от тях: 898 лица са придобили / повишили професионалната си квалификация, а 474 са приключили курс за придобиване на ключови компетентности). В субсидирана заетост са включени 705 безработни.

По схема **„Квалификация и мотивация за конкурентно включване на пазара на труда”** през деветте месеца на 2013 г. в обучение са включени 1437 лица, от тях 915 лица са включени в обучение по професионална квалификация и 519 – по ключови компетентности. Успешно са завършили обучение 508 лица (от тях 95 са придобили или повишили новото си на професионална квалификация, а 413 са приключили курс за придобиване на ключови компетентности).

#### **Схеми за заети лица**

В схемите, насочени към заети лица и предоставящи обучение за придобиване или повишаване на професионална квалификация и/или ключови компетентности, са включени 50 844 лица. Обучение през периода са завършили 39 331 лица.

Схемата **„Аз мога”** дава възможност на заети лица да се включат активно в мерки за учене през целия живот и за повишаване на знанията и уменията им, без това да зависи от инициативата на техните работодатели.

През 2012г. в обучение срещу ваучери са включени 2906 заети лица. Успешно са завършили обучение 12 639 лица (в т.ч. 2803 по професионална квалификация и 9836 по ключови компетентности). През периода са заплатени средства в размер на 14 994 639 лв.

През периода януари - септември 2013г. няма започнали или завършили обучение лица. От началото на проекта до 25.09.2013г. в обучение са включени общо 60 642 заети лица, а обучение са завършили 57 027 души.

Целта на схемата „Аз мога повече” е да се даде възможност на заети лица по трудов договор и самонаети лица, без значение от сферата им на дейност, да се включат в курсове за придобиване на професионална квалификация и/или обучения по чужд език или дигитална компетентност, за да се повиши тяхната конкурентоспособност на пазара на труда и се създадат възможности за кариерно развитие. При изпълнението на проекта „Аз мога повече” се прилага доказалият се като успешен ваучерен механизъм, който гарантира бърз и ефективен достъп до качествено обучение на възрастни. По схемата се изпълнява един проект на обща стойност 99 916 232 млн. лева. През 2012г. в обучение са включени 29 462 лица, от тях: по професионална квалификация – 12 290 и по ключови компетентности – 17 172 лица. Завършили успешно са 34 137 лица. През годината са извършени промени в екипа за управление и в бюджета. Удължени са: срокът за изпълнение на проекта до 31.12.2014г. и срокът на валидност на ваучерите. През 2012 г. са изплатени 19 272 284 лв.

През деветмесечието на 2013 г. в обучение срещу ваучери са включени 38 058 лица (в т.ч. 19 321 лица в обучение по професионална квалификация и 18 737 – по ключови компетентности.). Обучение са завършили 33 992 лица, от тях 16 871 лица са придобили или повишили своята професионална квалификация, а 17 121 лица са приключили курс за придобиване на ключови компетентности. От началото на проекта до 25.09.2013г. в обучение са включени общо 92 279 лица и са завършили обучение 69 396 лица.

Схема „По-близо до работа” има за цел да насърчи географската мобилност на работната сила посредством предоставяне на стимули за работодателите за наемане на лица от населени места и региони, различни от местата, в които извършват дейност, както и стимули за лицата да търсят подходяща работа, дори в случаите, в които тя е далеч от дома им. В рамките на схемата се дава възможност на лицата, които започват нова работа на трудов договор в населено място, различно от населеното място, в което са регистрирани по настоящ адрес, (отдалечено на не повече от 80 км), да получат средства за покриване на транспортните разходи за период до 12 месеца. Допустимите дейности по схемата включват организиране и провеждане от работодателя на въвеждащо обучение и предоставяне на средства за разходи в реален размер за транспорт от и до работното място. От м.септември 2012 г. с решение на Комитета за наблюдение на ОП РЧР, обхватът на целевата група е разширен, като се дава възможност не само на новонаетите, но и на зетите лица да се възползват от преференциите за транспорт. Това е свързано с предоставяне на възможност за провеждане от страна на работодателите на надграждащо обучение на работното място. Изпълнява се проект на стойност 8 млн. лева. През 2012 г. са извършени промени: намалени са общата стойност на проекта и размерът на



безвъзмездната финансова помощ, намален е общият брой на лицата от целевата група, разширен е обхватът на целевата група – освен новонаети лица могат да се включват и заети лица, които преминават надграждащо обучение. В обучение са включени 1136 лица. Успешно са завършили обучение 993 лица. По схемата са изплатени 418 505 лв.

През деветмесечието на 2013 г. в обучение по проекта са включени 4322 лица (в т.ч. 361 лица – във въвеждащо обучение и 3961 лица – в надграждащо обучение. От началото на проекта до 25.09.2013г. в обучение са включени общо 5309 лица.

За да се ограничат масовите съкращения и напускането на работници и служители, които поради икономически затруднения на работодателите не могат да заработят пълна заплата, както и да се подпомогнат работодателите, схема **„Адаптивност”** предоставя възможност за професионална квалификация за времето, през което работниците са заети на непълно работно време. През периода на обучение (не по-дълъг от шест месеца), те получават допълнителни средства под формата на ваучери за включване в обучение за придобиване на степен на професионална квалификация или по част от професия, месечна стипендия, както и средства за транспорт от и до учебния център, в случай, че обучението се провежда в населено място, различно от това, в което е местоработата на лицата.

През 2012г. 1776 лица са включени в обучение за придобиване или повишаване на професионална квалификация, а 1850 лица са завършили успешно. За периода са изплатени общо 1 741 173 лв.

През деветте месеца на 2013г. в обучение са включени 13 лица и успешно са завършили 13 лица. От началото на проекта до 25.09.2013г. в обучение по схемата са включени 3271 лица, а обучение са завършили 3170 души.

Схемата за предоставяне на безвъзмездна финансова помощ **“Квалификационни услуги и обучения за заети лица – фаза 3”** е продължение на схемите за предоставяне на безвъзмездна финансова помощ „Квалификационни услуги и обучения за заети лица” и „Квалификационни услуги и обучения за заети лица – фаза 2” за повишаване на производителността на труда и конкурентоспособността на предприятията в страната посредством обучение на заетите лица и насърчаване инвестирането в развитието на човешките ресурси.

В обучение през 2012 г. са включени 1772 лица, от тях 722 – в обучение по професионална квалификация и 1050 по ключови компетентности. Успешно са завършили 1364 лица, от тях: 797 – обучение по професионална квалификация и 567 по ключови компетентности. Изплатените средства са в размер на 1 654 254 лв.

През периода януари – септември 2013 г. в обучение са включени 8451 лица, от тях 2751 лица са включени в обучение по професионална квалификация и 5700 лица – по ключови компетентности. Успешно завършили през същия период са 5326 лица (1192 лица са придобили или повишили професионалната си квалификация и 4134 – са приключили курс за придобиване на ключови компетентности).

По производителност на труда България е на едно от последните места в ЕС. Сред факторите, които допринасят за ниската производителност на труда са липсата на адекватни познания по информационни и комуникации технологии и чужди езици на заетите, ниските разходи на предприятията за продължаващо професионално обучение, в резултат на което, все по-ясно се очертават диспропорциите в съотношението търсене - предлагане на пазара на труда. Лошите условия на труд и остарялото оборудване също са сред основните фактори, влияещи на производителността. За справяне с описаните проблеми в ЕС са предвидени средства за финансиране по различни програми.

Благодарение на стартиралите до момента схеми, насочени към интеграция в заетостта на уязвимите групи и повишаване знанията и уменията на работната сила, са създадени над 4 600 нови работни места. В сферата на образованието, усилията са насочени към модернизирване на образованието, а за социалното включване, постигнатите резултати са свързани с подкрепата, оказана за развитието на социалната икономика и интеграцията на хората с увреждания.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Василев, Б. Човешкият фактор – предизвикателства пред прага на XXI век. Варна, ВСУ–УНК, 2000.
- [2] Казаков, Ат. Човешкият капитал. София, Фенея, 2001.
- [3] Неделчев, Д. Социален капитал и икономическо развитие. София, АИ Марин Дринов, 2004.;
- [4] Административна статистика на Агенция по заетостта [www.ef.mlsp.government.bg](http://www.ef.mlsp.government.bg);
- [5] Европейска комисия, Евростат <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>;
- [6] Европейска комисия, Заетост, социални въпроси и равни възможности - <http://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=115&langId=en>
- [7] Национален статистически институт, [www.nsi.bg](http://www.nsi.bg)
- [8] Център за икономическо развитие, <http://www.ced.bg/>
- [9] Статистическият портал, [www.stat.bg](http://www.stat.bg);
- [10] [www.bulgaria.indymedia.org](http://www.bulgaria.indymedia.org);
- [11] [www.capital.bg](http://www.capital.bg)