

# **СБОРНИК**

**ДОКЛАДИ  
ОТ МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА  
КОНФЕРЕНЦИЯ  
„РАДИАЦИОННАТА БЕЗОПАСНОСТ  
В СЪВРЕМЕННИЯ СВЯТ“  
16-18 ноември 2022 година**

**Посветена на 170 годишнината от рождението на  
Анри Бекерел**

**Том 3**

**Велико Търново  
2022 г.**

Целите и тематиката на конференцията са изцяло в рамките на обявената от ООН Международна година на фундаменталните науки за устойчиво развитие (МГФНУР) за периода от 01.07.2022 г. до 30.06.2023 г. (<https://www.iybssd2022.org/en/home/>), като тя е част от събитията, включени в Националния план за отбелязване на МГФНУР.



Конференцията се съфинансира от Фонд „Научни изследвания“ към Министерството на образованието и науката на Република България с договор № КП-06-МНФ/19 от 14.11.2022 г.

Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски“

ISSN 2738-7607 Print

ISSN 2603-4689 CD

## ОРГАНИЗАЦИОНЕН КОМИТЕТ

Председател: Доц. д-р инж. Николай Тодоров Долчинков – НВУ „Васил Левски“

Членове:

1. Бригаден генерал Иван Маламов НВУ „Васил Левски“;
2. Проф. дхн инж. Михаил Стефанов Харалампиев – НВУ „Васил Левски“;
3. Полк. доц. д-р инж. Румен Маринов – НВУ „Васил Левски“;
4. Подп. д-р Николай Илианов Пъдарев – НВУ „Васил Левски“;
5. Подп. доц. Д-р Борислав Косев Димитров – НВУ „Васил Левски“;
6. Проф. дфн Александър Драйшу – СУ „Св. Климент Охридски“,  
Председател на СФБ;
7. Проф дфн Ана Георгиева, БАН – Зам. Председател на СФБ;
8. Доц. д-р Младен Митев – ИЯИЯЕ – БАН, Председател на БЯД;
9. Capt. Cdr. Assoc. Prof. Eng., PhD Cristian-Emil Moldoveanu –  
Military Technical Academy "Ferdinand I", Romania;
10. Доц. дтн Ольга Евгеньевна Кондратьева – Национальный  
исследовательский университет „МЕИ“, Москва, Россия;
11. Ст. преп. ктн Дмитрий Бурдюков – Национальный  
исследовательский университет „МЕИ“, Москва, Россия;
12. Associate Professor Ērika Teirumnieka – Rēzeknes Tehnoloģiju  
akadēmija, Rēzekne, Latvija;
13. Проф д-р Любомир Лазов – Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija,  
Rēzekne, Latvija;
14. Prof. Vesela Radovic – University of Belgrade, Serbia;
15. Inga Zinicovscaia – Head of the Sector of Neutron Activation Analysis  
and Applied Research, Joint Institute of Nuclear Research, Dubna, Russia; Horia  
Hulubei National Institute for Physics and Nuclear Engineering (IFIN-HH),  
Bucharest - Magurele, Romania;
16. Associate Professor Tamar Dolbaia – Tbilisi State University,  
Georgia;
17. Associate Professor Nino Durglishvili – Tbilisi State University,  
Georgia;
18. Col Mariusz Gontarczyk, PhD, MSc., Eng. –Military University of  
Technology, Warsaw, Poland;

19. Чл. кореспондент Олег Юрьевич Латышев-Майский – президент Международной Мариинской академии;

20. Проф. ктн Маруфджан Мусаев – Ташкентски държавен технически университет, Узбекистан;

21. PhD., associate Professor, Algazy Zhauyt, Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Kazakhstan;

22. Doctor of Science in Environmental Safety, Sergij Vambol, Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, Kharkiv, Ukraine;

23. Doctor of Science in Environmental Safety, Viola Vambol, University of Life Sciences in Lublin, Lublin, Poland, Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic National University, Ukraine;

24. Associate professor, PhD, Maglyovana Tatyana, Cherkasy Institute of Fire Safety named after the Heroes of Chernobyl of the National University of Civil Protection of Ukraine, Faculty of Operational Rescue Forces, Ukraine;

25. Associate professor, PhD Tatiana Paramonova, Moscow Lomonosov University, Russia;

26. Col Professor Alexandru Herciu, Sc.D., „CAROL Ist” National Defense University, Romania;

27. CPT Tomas Rozsypal, PhD, Nuclear, Biological and Chemical Defence Institute, University of Defence, Vita Nejedleho 1, Vyskov 682 01, Czech Republic;

28. Prof. dr Gilbert-Rainer Gillich, University Babes-Bolyai, Romania.

## С Ъ Д Ъ Р Ж А Н И Е

<b>1.</b>	<b>Слово на бригаден генерал Иван Маламов при откриване на научната конференция</b>	<b>7</b>
<b>2.</b>	<b>Поздравителни адреси</b>	<b>10</b>
<b>3.</b>	<b>Sergij Vambol, Viola Vambol, Sergiy Yeremenko, Volodymyr Sydorenko, Nadeem Ahmad Khan</b> Forecasting the release of radioactive combustion products from the forest fire zone	<b>15</b>
<b>4.</b>	<b>Николай Долчинков, Бонка Караиванова – Долчинкова, Илья Королев, Олег Локтионов</b> Перспективы перед развития добыва урана в России	<b>24</b>
<b>5.</b>	<b>Константин Чижов</b> Изчислителен метод за оценка на плътността на повърхностната активност на радионуклидите въз измервания на мощността на околнен еквивалент на дозата	<b>34</b>
<b>6.</b>	<b>Николай Долчинков, Ольга Кондратиева, Дмитрий Бурдюков, Людмила Субракова, Бонка Караиванова-Долчинкова</b> Влияние на метеорологичните елементи върху разпространението на радионуклиди при ядрена авария	<b>39</b>
<b>7.</b>	<b>Женета Железова</b> Опазване на околната среда	<b>49</b>
<b>8.</b>	<b>Dimitar Raev</b> Analysis of the possibilities for protection against electromagnetic impulses	<b>57</b>
<b>9.</b>	<b>Anton Sotirov</b> Comparative analysis of data from radiation control of harvests 2020 and 2022 of organic production of fruits and vegetables in Bulgaria	<b>62</b>
<b>10.</b>	<b>Антон Сотиров</b> Радиоактивност на водата от различни водоизточници в Кюстендилския край и сравнение с данните от предишни години	<b>67</b>
<b>11.</b>	<b>Йоана Иванова</b> Влияние на ултравиолетовата светлина върху човека и околната среда	<b>71</b>
<b>12.</b>	<b>Цветелин Цанев</b> Наблюдение в инфрачервения спектър на светлината, прибори за нощно виждане	<b>87</b>
<b>13.</b>	<b>Тамара Драганова, Анка Цончева</b> Кошмарът без който не можем или радиацията в съвременния свят!	<b>97</b>

<b>14. Тамара Драганова, Анка Цончева</b>	<b>105</b>
Пресечени точки на кръстопътя между физиката, химията, географията и икономиката – дидактически, икономически и екологични интерпретации	
<b>15. Иван Иванов</b>	<b>113</b>
Действие на йонизиращите лъчения върху човека и живите организми	
<b>16. Н. Чобанова, Б. Куновска, Д. Джунакова, Ж. Джунова, К. Иванова</b>	<b>121</b>
Анализ на концентрацията на радон в детски градини в две области на България	
<b>17. Антония Калчева</b>	<b>126</b>
Развитие на ядрената енергетика в света при сегашното международно положение	
<b>18. Алекс Иванов</b>	<b>132</b>
Рентгеново лъчение и действие върху организмите	
<b>19. Milka Mileva, Ivan Kindekov, Penka Petrova, Svetla Danova</b>	<b>139</b>
Evaluation of radioprotective effect of rapana thomasiana hemocyanin in mice	
<b>20. Lili Dobрева, Vanya Velkova, Milka Mileva, Hristina Sbirikova-Dimitrova, Ivan Kindekov Svetla Danova</b>	<b>142</b>
Do the x-ray exposure may affect beneficial microbiota?	
<b>21. Янита Върбанова</b>	<b>145</b>
Приложение на електромагнитните вълни във военното дело	
<b>22. Мария Велкова</b>	<b>151</b>
Използване на възобновяеми източници за производство на електричество	
<b>23. Александра Комарова</b>	<b>156</b>
Използване на инфрачервената светлина за наблюдение	
<b>24. Станислав Желев</b>	<b>164</b>
Използване на ултразвук при откриване на обекти в морски води	

**Слово на бригаден генерал Иван Маламов – началник на  
НВУ „Васил Левски“ при откриване на научната  
конференция „Радиационна безопасност в съвременния свят“**

Уважаеми дами и господа – участници и гости на седмата международна научна конференция „Радиационна безопасност в съвременния свят“, посветена на 170 годишнината от годишнината от рождението на Анри Бекерел.

Френският физик Антоан Анри Бекерел е роден на 15 декември 1852 г. в Париж. Дядо му Антоан и баща му Александър са известни учени, професори по физика в Националния Музей по естествена история в Париж и членове на Френската академия на науките. По-късно и неговият син Жан става физик, което прави общо 4 поколения учени. Той е откривател на естествената радиоактивност и носител на Нобелова награда за физика за 1903 година.

От 1876 преподава в Политехническото училище, а през следващата година е назначен в Националното управление на мостовете и пътищата. От 1878 Бекерел е асистент на баща си в Националния Музей по естествена история. През 1882 завършва изследванията си върху линейната поляризация на светлината и продължава работата на баща си върху фосфоресценцията. През 1888 година защитава докторат в Парижкия университет върху абсорбцията на светлината в кристали. През 1892, една година след смъртта на баща му, Бекерел заема неговото професорско място, като оглавява катедрата по физика в Националния Музей по естествена история в Париж, като така става трети поред от едно и също семейство на поста.

Съдбата на всеки един от нас е различна и всички сме подложени да преживеем много неща. Освен присъщите на всяко човешко същество събития в личния живот и професионална дейност, всички ние се намираме във водовъртежа на поредица от исторически събития, някои от които епохални. В началото на третото десетилетие от технологичния 21-ви век, днес ние преживяваме поредното събитие, носещо белега на катаклизъм. След пандемията, свързана с разпространението на вируса КОВИД– 19, която вече 3 години е обхванала света и човечеството все още не може да намери адекватни мерки за ограничаването и лечението ѝ, от февруари тази

година в близост до България се водят кръвопроливни военни действия с десетки и може би стотици хиляди убити и ранени. Тези военни действия се водят и в непосредствена близост до ядрени обекти, което предизвиква тревога в човечеството за да не се предизвика и използване на ядрени арсенали, което ще бъде пагубно за хората.

Само 9 години след края на Втората световна война – на 27 юни 1954 год., в град Обнинск на тогава съществуващата държава СССР, се открива първата в света Атомна електрическа централа. Много бързо ядрената индустрия намери своето място в развитието на световната икономика. Но едновременно с положителното въздействие на използването на ядрената енергия жителите на нашата планета се сблъскаха и с 2 големи радиационни аварии – Чернобил 1986 година и Фукушима 2011 година и допуснатите пропуски и последствията от тях накараха хората да се замислят за безопасното използване на ядрената енергия. След период на отричане на ядрената енергия и действащата в момента световна енергийна, ценова и икономическа криза започна преосмисляне на отношението към ядрената енергия. Според последните индикации на Европейските и световни организации се заговори за приобщаване на ядрената енергия към зелените енергии, което беше потвърдено и от решенията на много страни да развият ядрената енергетика.

Уважаеми колеги,

Позволете ми, да поздравя с „Добре дошли!“ всички вас – участниците в настоящия форум „Радиационна безопасност в съвременния свят“, както и организаторите на това събитие, което е част от нашия годишен календар! Въпреки трудностите през последните 2 години ние не прекъснахме провеждането му и дори с всяка година разширяваме кръга на участниците в него и използвахме възможностите за неприсъственото му провеждане. Като ректор на университет съм радостен, че потребността да се споделят и обогатяват знание и опит обединява съмишленици! Темата на форума е много актуална и кореспондира с предизвикателствата на ежедневието ни, а надсловът ни прави съпричастни към усилията на посъзидателната част от човечеството и научната общност у нас. Възможността за изява и обмен на актуална информация и идеи именно тук, в Националния военен университет „Васил Левски“, приемаме като привилегия. Тук работят хора, за които проблемите на радиационната сигурност представляват професионален и творчески интерес.



Уверявам ви, че настоящият форум няма да остане последният по рода си, за нашия Университет! Той вече се е утвърдил, като едно от събитията с подобна тематика в национален мащаб и ще разширим признаването му и в международен мащаб. Вече влизаме и в плановете на университети, научни организации и наукометрични индикатори и ще се стремим да отговорим на изискванията на времето. Присъствието на Вас, уважаеми гости и участници и признание за работата на нашия университет.

Чувствайте се тук, като у дома си. Винаги сте добре дошли и знайте, че при нас винаги ще намирате съмишленици и експерти!

Пожелавам успех в изявите и ползотворна работа!

Откривам научният форум „Радиационна безопасност в съвременния свят”, посветена на 170 годишнината от рождението на Анри Бекерел.

На добър час!

Dear colleagues,

I would like to welcome all of you, the participants in today's forum Radiation Safety in the Modern World, as well as the organizers of this event which is part of our annual calendar of scientific events. As the rector of the university, I am glad that the need to share and enrich knowledge and experience unites like-minded people! The topic of the forum is a hot topic corresponding to the challenges of our daily lives, and the title we have chosen shows we are committed to the efforts of the more creative part of humanity and the scientific community in our country. We accept as a privilege the opportunity to present and exchange up-to-date information and ideas here, at Vasil Levski National Military University. For some of the people who work here the problems of radiation safety present a professional and research interest.

I assure you that this forum will not be the last of this kind for our University! It has already established itself as one of the national scale events on a topic of such importance.

Feel at home here! You are always welcome and can be sure that you will always find like-minded people and experts with us!

I wish you success and fruitful work on the forum!

I open the scientific forum Radiation Safety in the Modern World, dedicated to the 170th anniversary of the birth of Anry Bekerel.

Good luck



Univerzita obrany  
Ústav ochrany proti zbraním hromadného ničení  
Víta Nejedlého, 682 01 Vyškov

---

**GREETING ADDRESS**

On behalf of Nuclear, Biological and Chemical Defence Institute of the University of Defence, Czech Republic, I welcome all participants of the scientific forum „Radiation Safety in the Modern World“

The security situation in the world is surprisingly not stable in the 21st century and the humanity is exposed to unexpected challenges that affect each of us. Chemical and radioactive substances are wonderful helpers and a great result of human progress. Although they are supportive, on the other hand, they can be very dangerous, in the event of accidents or deliberate misuse. Therefore, it is very important to organize conferences of this type, where we, scientists, can participate in promoting world security and safety.

This year I had the opportunity to visit Vasil Levski National Military University and the beautiful city of Veliko Tamovo as part of the Erasmus+ Staff Teaching Mobility program. I am very glad that I had the possibility to exchange experience and knowledge in the field of chemical protection with my Bulgarian colleagues. Unfortunately, I cannot attend the conference in person. I congratulate all contributors on their work, I wish everyone present a fruitful discussion, gain new perspectives and contacts, as well as great time in the venue city.

**CPT Tomáš ROZSYPAL,**  
**PhD**

Assistant Professor  
in Protection Section  
Professor Chemical and Radiatioprotection  
Section Nuclear, Biological and Chemical  
Defence Institute  
University of Defence  
Czech Republic



Федеральное государственное  
бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский  
университет «МЭИ» (ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»)  
111250, г. Москва,  
вн. тер. г. муниципальный округ Лефортово,  
ул. Красноказарменная, д. 14, стр. 1  
Тел.: (495) 362-75-60, факс: (495) 362-89-38  
E-mail: universe@mpei.ac.ru  
<https://mpei.ru>

### GREETING ADDRESS

On behalf of the National Research University "Moscow Power Engineering Institute" and the Department of Environmental Engineering and Occupational Safety, I welcome the participants of the scientific conference "Radiation Safety in the modern world".

Despite the current situation in the world, radiation safety issues remain very important. More and more researchers around the world are engaged in research in the field of radiation protection and assessment of potential risks of various diseases.

Of particular relevance is the direction related to the elimination of nuclear heritage and the management of nuclear waste. It should be noted that the radiation protection and safety system is being improved every year, both at the international and national levels.

I am sure that at this conference each of the participants will be able to highlight new moments and aspects that were not known to them, before.

Associate Professor  
Dept. of Environmental Engineering  
and Occupational Safety  
National Research University "MPEI"

Oleg A. Loktionov



**INTERNATIONAL MARIINSKAYA ACADEMY named after M.D. SHAPOVALENKO**  
(Establishment of the International Telecommunication Educational Project  
"Mariinskaya Gallery named after Maria Shapovalenko", NGO "Information for all")  
Russia, 121096, Moscow, POB 44. [fb.me/IMA888](https://fb.me/IMA888) <https://twitter.com/papa8883> [www.ifap.ru](http://www.ifap.ru)  
+7 (918) 443-00-43, +7 (988) 955-61-32, +7 (928) 434-20-84. [papa888@list.ru](mailto:papa888@list.ru), [latyshev-1970@inbox.ru](mailto:latyshev-1970@inbox.ru)

*Allis inserviando consumidor!*  
*Dr. Tulpius.*

GREETING ADDRESS

Dear organizers and participants of the international scientific conference RADIATION SAFETY IN THE MODERN WORLD 2022 – Veliko Tarnovo! Let me, on behalf of the staff of the International Mariinskaya Academy named after M. D. Shapovalenko, express to you a feeling of sincere gratitude for the invitation to participate in your venerable scientific event!

We sincerely wish you a successful holding of such an important forum, a peaceful sky, good health and a truly safe environment!

President of IMA&PH-IMA, Professor and member of expert council of RANH, ScD h.c. of IANH, PhD in Philology, Academician of IAST, UANH, IANH, IAYTLH, Corresponding Member of IAPS, Emeritus member of ISAC at the ISA, Honored Worker of Science, Technics and Education

Vice-President and Academician-secretary (head) of the department of Kingdom of Saudi Arabia of IMA, Associate Professor of Department of Biology of Imam Abdul Rahman bin Faisal University (Dammam, Saudi Arabia)

Chief Scientific Secretary and Academician-secretary (head) of the Department of Psychology of IMA, Prof., Dr., Professor of Psychological Counseling, Department of Psychology, Faculty of Education, King Khalid University, and Psychology Department, Faculty of Arts, Zagazig University

HR-manager of IMA&PH-IMA, Academician-secretary of the department of «ANTHROPOLOGY» (54), Ph.D. in History and Philosophy of Science, Centro de Filosofia da Ciência, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Portugal

Director of the Publishing House, academician-secretary of the department of «SOCIOLOGY» (04) and Academician of the department of «PHILOSOPHY» (02) of IMA, Doctor of Philosophy in Medicine, clinical researcher of the Department of Forensic science of Jordan University of Science and Technology (Irbid, Jordan)

Deputy Director of the Publishing House, Academician-secretary of the department of «MECHANICS» (30) of IMA, Professor (Associate) of the Department of Mechanics of Todor Kableshev Higher School of Transport (Sofia, Bulgaria)

Deputy Director of the Publishing House, Corresponding member of the department of «Biochemistry» (32) of IMA, Ph.D of the Department of Biochemistry of University Of Kufa (Najaf, Iraq)



O.Yu. Latyshev

G.A. Ibrahim

B.I.A. Arnout

J.C.B. Tiago de Oliveira

A.J. Al-Khatib

A.I. Ivanov

Sh.M.H.H. Mubarak

2022.11.02. Reg. №: 1037-2022.



**СЪЮЗ НА ФИЗИЦИТЕ В БЪЛГАРИЯ**  
**УПРАВИТЕЛЕН СЪВЕТ**  
1164 София, бул. „Джеймс Баучер“ 5

**ДО: БРИГАДЕН ГЕНЕРАЛ ИВАН МАЛАМОВ**  
**НАЧАЛНИК НА НАЦИОНАЛЕН ВОЕНЕН УНИВЕРСИТЕТ**  
**„ВАСИЛ ЛЕВСКИ“**



**По повод: НАУЧЕН ФОРУМ НА ТЕМА:**

***„Радиационната безопасност  
в съвременния свят“***

**Национален военен университет (НВУ) „Васил Левски“**  
**Велико Търново, 16, 17 и 18 ноември 2022 г.**

*посветена на 170-годишнината от рождението на Анри Бекерел*

**УВАЖАЕМИ БРИГАДЕН ГЕНЕРАЛ ИВАН МАЛАМОВ,**

**УВАЖАЕМИ ОРГАНИЗАТОРИ, УЧАСТНИЦИ И ГОСТИ,**

Особено ми е приятно от името на Съюза на физиците в България (СФБ) и лично от свое име да Ви приветствам по случай провеждането на седмия **Научен форум с международно участие на тема: „Радиационната безопасност в съвременния свят“**.

**Основната цел на конференцията** е да се предоставят възможности на кадрите от изследователски звена и институти и академичния състав на цивилни и военни висши учебни заведения от страната и чужбина за апробация на извършени научни изследвания, новости, рационализации и открития и обмен на идеи в научните области, свързани със сигурността, отбраната, инженерните и информационните технологии в областта на ядрените технологии. Също така форумът дава възможност за задълбочаване на сътрудничеството между различните организации чрез създаване на съвместни международни екипи и разработване на единни програми за обучение на различните категории обучаеми. Тези цели са и сред основните цели на СФБ. Една от гаранциите за тяхното постигане е обмяната на знания и идеи, повишаване на квалификацията на кадрите и активен диалог с българското общество, което ние осъществяваме чрез вече установеното ползотворно сътрудничество с Вашия университет.

**Тематични направления** на форума са свързани с всички актуални проблеми на научните изследвания и обучението в областта на многостранните начини за използване на ядрените технологии в полза на човешкия живот. **Ядрените технологии** използват различните реакции на атомните ядра ( $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$ -разпад, ядрено делене и сливане). Те намират широки приложения в разработването на технологии, които съществено влияят на развитието на икономиката и качеството на живот в съвременното общество. Съзнавайки отговорността си в това отношение, учените от самото начало се занимават и с

проблемите на радиационната безопасност, и със защитата на здравето на населението.

В този аспект е особено важно и *посвещаването на конференцията на 170-годишнината от рождението на Анри Бекерел (1852 - 1908)*, световно известен физик, който открива спонтанната радиоактивност през 1896 г. Това му донесе през 1903 г. удостояването с Нобелова награда за физика, споделена с Пиер и Мария Кюри за техните открития, свързани с неговите радиационни изследвания.

**Целите и тематиката** на конференцията са изцяло в рамките на обявената от ООН **Международна година на фундаменталните науки за устойчиво развитие (МГФНУР)** за периода от 01.07.2022 г. до 30.06.2023 г. (<https://www.iybssd2022.org/en/home/>), като тя е част от събитията, включени в



Националния план за отбелязване на МГФНУР. Докладите във всички тематични направления акцентират и върху значението на представените изследвания за устойчивото развитие на човешкото общество.

Един от проблемите за развитието на ядрените технологии и изследвания сега е страхът сред обществото от възникването на ядрени инциденти, който може да се преодолее само с непрекъснато повишаване и осъвременяване на технологиите на ядрената безопасност, за което са нужни както фундаментални научни изследвания, така и нови технологични решения. Тази проблеми стоят пред цялата световна общност и решението им може да се намери само с активно сътрудничество с международните и национални институции. У нас има традиции и перспективи и в това отношение, от което следват и богатите възможности за успешни кариери в тази област. Вашата конференция е пример за стъпка към решаването на тези проблеми, което доказват и високите цели, които си поставяте и отговорността, която за пореден път поемате пред младото поколение.

Отново поднасям нашето приветствие на организаторите и участниците в този форум и Ви пожелавам успешна и ползотворна работа, за да осигурим за нас, нашите съвременници, а и за бъдещите поколения, конкурентна икономика, основана на знанието, науката и модерните и безопасни технологии.

Пожелаваме на всички здраве, сили и ентузиазъм, за да продължим съвместно успешната си и ползотворна работа.

С УВАЖЕНИЕ,

Чл.-кор. АЛЕКСАНДЪР ДРАЙШУ

ПРЕДСЕДАТЕЛ СФБ



Проф. д.фз.н. АНА ГЕОРГИЕВА

Отговорен секретар на СФБ

16.11.2022 г.

DOI: 10.34660/INF.2023.63.41.001

## FORECASTING THE RELEASE OF RADIOACTIVE COMBUSTION PRODUCTS FROM THE FOREST FIRE ZONE

**Sergij Vambol**, Dr.Sc., Prof., (National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine)

**Viola Vambol**, Dr.Sc., Prof., (1. University of Life Sciences in Lublin, Lublin, Poland, 2. Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic National University, Poltava, Ukraine)

**Sergiy Yeremenko**, Dr.Sc., Assoc. Prof., (Institute of Public Administration and Research in Civil Protection, Kyiv, Ukraine)

**Volodymyr Sydorenko**, Dr.Sc., Assoc. Prof. (Institute of Public Administration and Research in Civil Protection, Kyiv, Ukraine)

**Nadeem Ahmad Khan**, Dr., Assoc. Prof. (Jamia Millia Islamia, New Delhi, India)

***Abstract:** The paper presents mathematical and computer models of the formation of a radioactive smoke cloud and its migration in the atmospheric air during a forest fire. The study of the propagation processes of radioactive aerosols and gas components was carried out taking into account convection, turbulent exchange, humidity, strength and direction of wind over the combustion zone. The data obtained by modeling and experimental measurements of  $^{137}\text{Cs}$  concentrations in the air during a forest fire are compared.*

***Keywords:** radioactively contaminated areas, forest fires, environmental safety, radioactive substances, the spread of radioactive substances.*

### Relevance of the problem

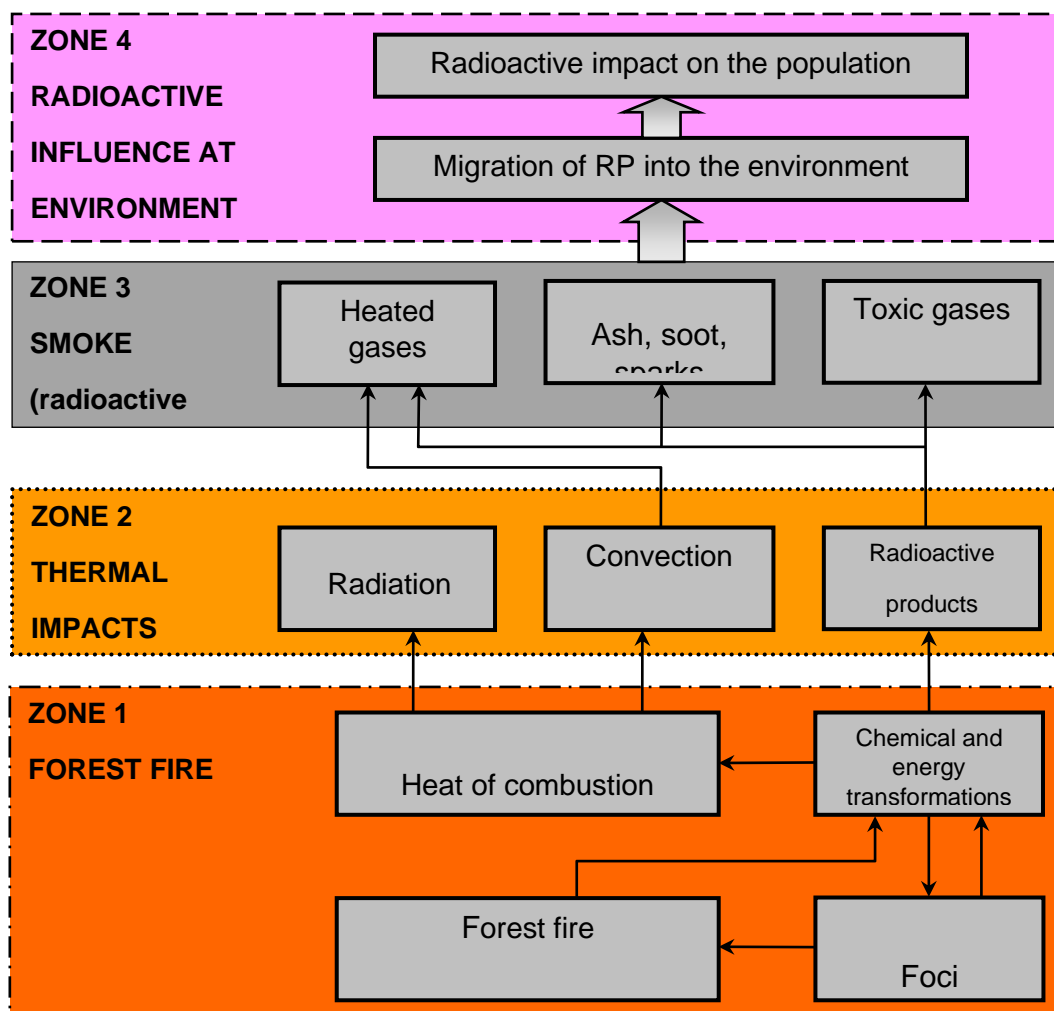
When evaluating the relevance of this study, first of all, attention should be paid to the scale of radioactively contaminated territories. More than 43 thousand km<sup>2</sup> of land (this is 7% of the territory of Ukraine) are considered to be radioactively contaminated due to the Chernobyl disaster. At the same time, 1.1 million hectares of forests are located in these zones (this is 12% of the forests of Ukraine). Administratively, these are 73 districts in 12 regions, with 2293 settlements in which 3.4 million people live [1]. More than a thousand forest fires are recorded annually in these territories, of which only 10% occur due to natural causes. At the same time, on average, the total area of fires per year is more than 2 thousand hectares and up to 50 thousand cubic meters of wood are damaged.

According to experts [2, 3], one of the dangerous factors of secondary exposure of people living in these areas is forest fires contaminated with technogenic radionuclides.

This type of emergency is characterized by fiery combustion, smoldering and high smoke content of the air with gases with the formation of soot particles - products of incomplete combustion. The spread of smoke and soot in the surface layers of the atmosphere contributes to the direct entry of radioactive combustion products through the respiratory tract into the human body. The formation of a

radioactive smoke cloud during a forest fire and the impact of radiation on the environment can be represented as four sequential transition zones, which are presented in Fig. 1. At the same time, we understand that in the process of burning forest vegetation contaminated with radionuclides, radioactive combustion products are emitted into the environment in the form of smoke, which, mixing in the atmosphere with clean air masses, affect and cause serious harm to public health.

The nature of such processes is stochastic [4]. The occurrence, development and spread of forest fires and variation in the degree of the burning of vegetation in forests with a low density of radioactive contamination depend on the fire load, the season of the year, and other fire engineering and meteorological factors. This significantly complicates assessing the radiation situation and forecast [5].



*Figure 1. Formation of a radioactive smoke cloud during a forest fire and the impact of radiation on the environment*

Therefore, forecasting is based on modeling the secondary transfer of one of the main dose-forming radionuclides  $^{137}\text{Cs}$ , predicting changes in the radioecological state during a forest fire, as well as calculating the individual and collective radiation dose and, consequently, the radiation risk for the population



in the area affected by the plume of radioactive combustion products is a relevant task.

## **Results and Discussion**

### **1. Formation of initial data**

To understand the process of formation of doses of radioactive exposure of people living in the zone of action of radioactive products of combustion and to assess the radioecological consequences, it is necessary to develop [6]:

- mathematical model of a forest fire;
- model of radioactive smoke cloud formation;
- model of releases of radioactive combustion products from the forest fire zone into the environment;
- methods for calculating dose loads and radiation risks for the population.

In this case, to assess the radiation state during a forest fire, it is necessary to know as initial data [7]:

- place and conditions of a forest fire;
- type of forest plantations and their radioactive contamination;
- fire hazard class;
- forest fire load;
- type of forest fire;
- the process of the fire;
- the presence of radioactive aerosols in combustion products and the degree of their radiation hazard to people;
- the process of migration of radioactive products of combustion into the environment;
- the zone of radioactive spread, taking into account wind directions along the points according to weather stations;
- total time of radioactive exposure of people;
- ways of getting radioactive products of combustion into the human body;
- Vulnerability of the population depending on age (age category);
- the probable nature of the occurrence of malignant diseases and deaths from exposure to the body of radioactive factors;
- probability of occurrence of radioecological consequences.

### **2. Modeling the release of radioactive combustion products from the forest fire zone**

Modeling the release of radioactive combustion products during a forest fire can be represented as several independent tasks due to the phased phases of their occurrence and distribution. In the first phase, they pass into the environment through a smoke cloud. In the second phase, the plume of smoke moves mainly along the surface of the earth. With the distance from the fire source, less and less smoke particles remain in the smoke plume due to their "dry" deposition and dispersion. Various dynamic models can be used to describe the migration process

of radioactive combustion products. However, to calculate the fast processes of their release from several ignition sources, it is necessary to use calculation methods that are more advanced in physical terms and simple in mathematical terms.

***Mathematical justification***

The main points of the method for calculating the concentration of radioactive combustion products in the air, taking into account the variable power of fire sources and the time of their action [8], have several equations.

The equations of turbulent diffusion of radioactive combustion products entering the atmosphere from fires with coordinates  $(x, y, z)$  located in unlimited space, in the approximation of constant wind speed and turbulent diffusion coefficients, can be written as follows [9]:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = k_x \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + k_y \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} + k_z \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} - \sum_{i=1}^3 V_i \frac{\partial C}{\partial x_i}; \quad (1)$$

$$-\infty < x, y, z < \infty; \quad t > 0; \quad C(0, 0, \Delta h_{ef}, 0) = Q/\Delta W,$$

where  $C(x, y, z, t)$  – is the concentration of radioactive combustion products in the air depending on spatial coordinates and time;

$k_x, k_y, k_z$  – are the coefficients of turbulent diffusion of radioactive combustion products in the surface layer of the atmosphere;

$V_x, V_y$  – are projections of wind speed on the x and b axes, respectively;

$V_z$  – is the sum of the rates of gravitational settling of radioactive combustion products and the movement of the smoke cloud in the vertical direction;

$Q$  – is the total activity of  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -radionuclides released into the atmosphere during the fire;

$\Delta W$  – is the volume of radioactive products of combustion released into the environment during a fire;

$\Delta h_{ef}$  – is the effective height of the smoke cloud relative to the earth's surface.

The expression for calculating the concentration of radioactive combustion products in the air, formed by the action of such a fire cell, in accordance with the properties of the Green's function is written:

$$C(x, y, z, t) = \int_0^T P(\tau) \cdot G(x, y, z, t) \partial \tau; \quad (2)$$

$$T = \begin{cases} t_n, & \text{if } t > t_n \\ t, & \text{if } t \leq t_n \end{cases}.$$

The power of the source of release of radioactive combustion products from the fire seat can be determined by dividing their total amount released into the atmosphere by the duration of the source:

$$P_i = Q/t_n. \quad (3)$$

The transfer of radioactive combustion products from a continuously acting release  $P(t)=\text{const}$  can be calculated using formula (2) under the condition  $t_n \rightarrow \infty$  and  $t \rightarrow \infty$ , in this case the integral will be taken analytically. The concentration  $\bar{C}_n$  at any point in space is  $\bar{X}_j = (x^j, y^j, z^j)$ , "created" by the action of  $n$  point fires and the power of the emission source -  $P_j$  each having coordinates  $\bar{L}_j = (l_1^j, l_2^j, l_3^j)$ , will be:

$$\bar{C}_n(\bar{X}_j, \bar{L}_j) = \sum_{j=1}^N C(P_j, \bar{X}_j, \bar{L}_j). \quad (4)$$

This formula can be used to calculate the migration of radioactive combustion products from several fires with complex shapes. It is also possible to calculate the concentration fields of radioactive combustion products in the air, which are formed from fires in an area, linear or volumetric. The formula calculates the height of the smoke cloud:

$$\Delta h_{ef} = \xi_i M^{1/3} X^{2/3} U^{-1}, \quad (5)$$

where  $\xi_i$  – is the transition coefficient for the  $i$ -th stability of the atmosphere;

$M$  – is the power of the heat source;

$X$  – is the vertical width of the smoke plume;

$U$  – is the wind speed at the height of the smoke cloud mixing.

The distance from the point of emission of the smoke cloud to the place of the fallout of radioactive combustion products was calculated by the formula

$$L = \varepsilon_1 M^{3/5} U^{-1}, \quad (6)$$

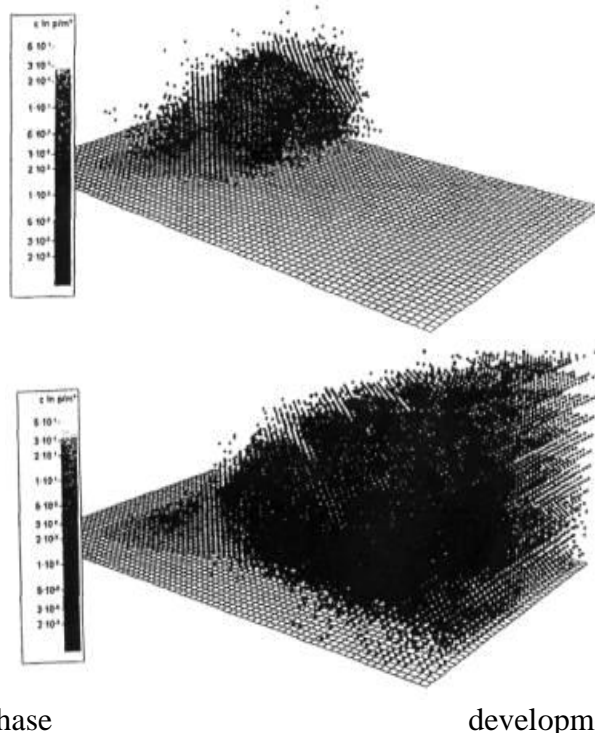
$\varepsilon_1$  – is the transition coefficient for the  $i$ -th stability of the atmosphere.

### **Computer modelling**

To describe the formation and propagation of a smoke plume and the fallout of particles of radioactive combustion products from it, a three-dimensional model was developed using the momentum levels, mass and energy of the airflow, and the number of particles in the smoke plume [10]. A system of ordinary differential equations was numerically solved for the velocity of the airflow along the axis of the jet, its overheating with respect to the surrounding air, the radius of the smoke jet, and the concentration of radioactive combustion products in the smoke jet. Each layer was considered as a separate independent source of radioactive combustion products, for which their concentration in the atmosphere was calculated at different distances from the release site. Real wind and temperature fields obtained from radio-sounding data were used as input to the simulation. It was assumed that the forest fire occupied a circular area in the Chernobyl zone with a radius of 100 meters with a duration of the convective stage of the fire of 1 hour. The minimum jet rise height varied from 2000 to 2500 m depending on the stratification of the boundary layer and the wind velocity profile in it.

The concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  were calculated at a forest pollution density of up to  $37 \text{ kBq/m}^2$  and a relative amount of activity rising into the atmospheric air equal to 7%. In fig. 2 shows the dynamics of the formation and movement of a smoke cloud during a forest fire.

In computer simulation, a heated smoke cloud of radioactive combustion products was considered, which, due to the Archimedean force, rose into the atmosphere at a speed of no more than 10 m/s. Volatile particles of radioactive combustion products had a complex morphological and chemical composition with a density of  $(3\text{--}10) \text{ mg/cm}^3$ , and their spectrum varied in a wide size range  $(0.1\text{--}100) \mu\text{m}$  with an aerodynamic diameter of 30 to 50  $\mu\text{m}$ .



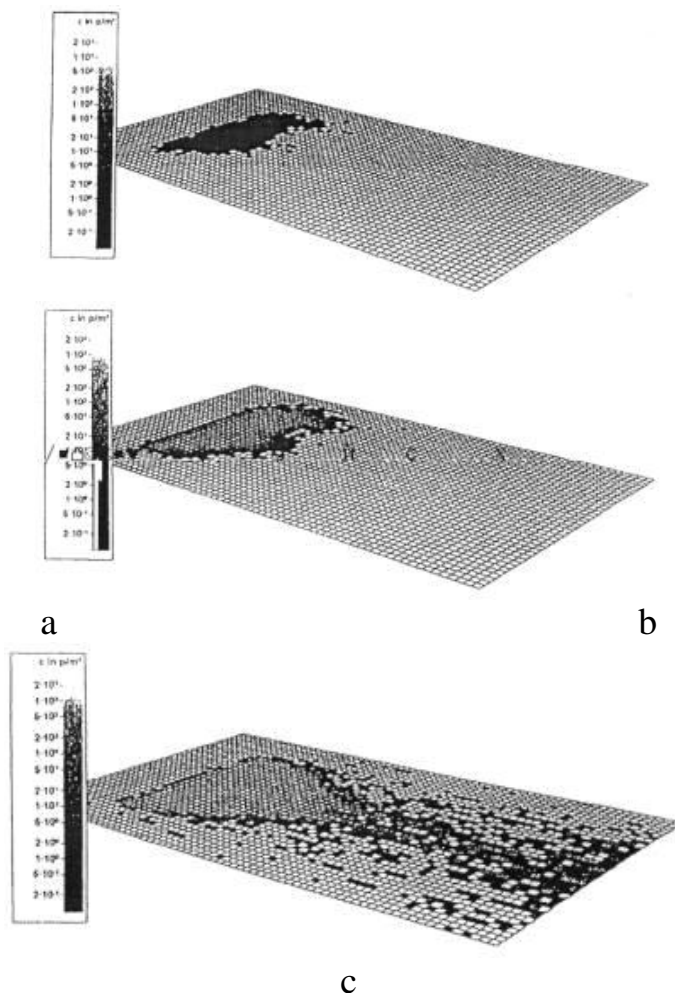
**Figure 2.** Dynamics of formation and movement of a smoke cloud in space

The final picture of radioactive contamination of the area was formed in a time that depended on the distance to the point of the forest fire and meteorological parameters.

A numerical experiment was carried out in the field of modeling - migration of volatile particles of radioactive combustion products - a paralepiped with a size of  $(10 \times 10 \times 5) \text{ km}^3$ , the lower boundary - a function  $z = \delta(x, y)$  - describing the terrain, the value of which is equal to the absolute marks of the height of the river of the zone alienation, in the nodes of a uniform grid, specified with a step  $\Delta x = \Delta y = 100 \text{ m}$ . The dimensions of the grid area are  $45 \times 40 \times 30$  nodes. An uneven step was used vertically. The time step was  $\Delta \tau = 30 \text{ s}$ . The temperature of the underlying surface was calculated taking into account the terrain point's relative height and the background atmosphere's stratification. The calculation of the dynamics of formation, movement and fallout of volatile particles of

radioactive combustion products during a forest fire of the middle category took about 2.5 hours on a personal electronic computer system.

On fig. 3 shows the dynamics of changes in the density of fallout of volatile particles of radioactive combustion products along the trail of a smoke plume.



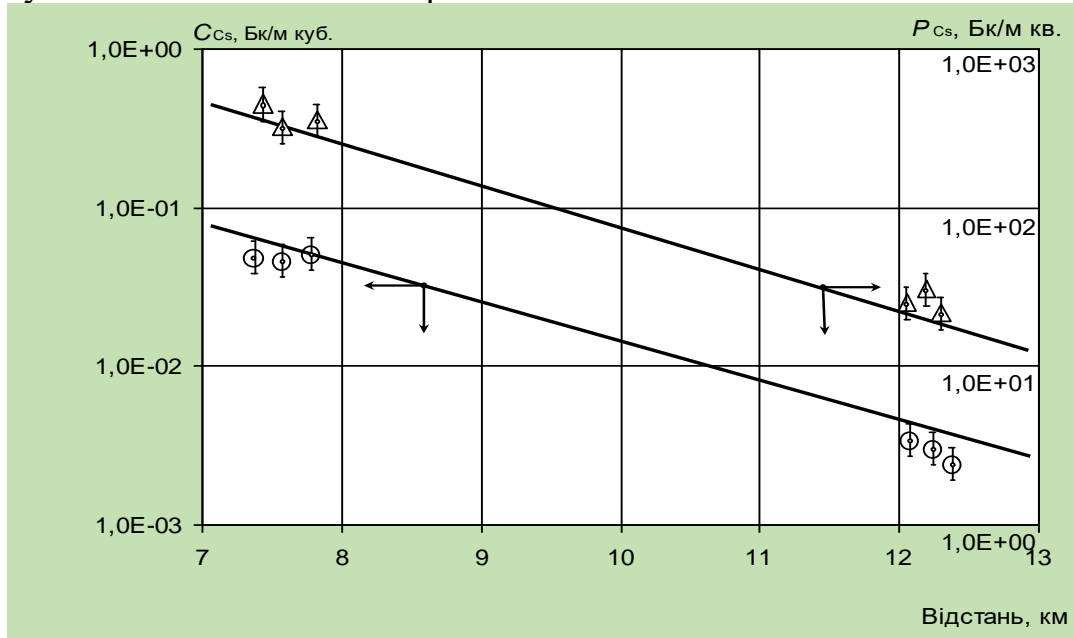
**Figure 3.** Dynamics of change in the density of fallout of volatile particles of radioactive combustion products on the trace of a smoke plume:  
*a* –  $t_1=30$  min.; *b* –  $t_2=120$  min.; *c* –  $t_3=210$  min.

### Discussion

As an illustration, fig. 4 shows the results of a comparison of data obtained by modeling and experimental measurements of  $^{137}\text{Cs}$  concentrations in the air of the density of precipitation on the soil surface P during a forest fire in the summer of 1992 in the Exclusion Zone.

The adaptation of the developed algorithm and program, as well as the verification of the reliability of the calculated data, were carried out by comparison with experimental data obtained in the field. A comparative analysis of the results of modeling and numerical calculations, as well as experimental data obtained in the field, showed (see Fig. 3) that the error in the spatial and temporal

distribution of  $^{137}\text{Cs}$  concentrations in the atmospheric air and the density of its deposition on the earth's surface does not exceed 30%. Such a discrepancy in the data obtained can be explained by the fact that smoke particles had a complex morphological and physicochemical composition of density from 3 to 10 mg/cm<sup>3</sup>, and their spectrum varied in a wide range from 0.1 to 100 μm with different aerodynamic diameters from 50 μm.



**Figure 4.** Comparison results of numerical simulation data and experimentally measured concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  radioisotope fallout

### Conclusion

Models of the formation of a radioactive smoke cloud and its migration in the atmospheric air are presented.

Using the presented approach, a study was made of the propagation processes of radioactive aerosols and gas components, taking into account convection, turbulent exchange, humidity, strength, and wind direction over the combustion zone.

A computer simulation of the formation and propagation of a smoke plume and the fallout of particles of radioactive combustion products from it was performed; a three-dimensional model was developed using impulse levels

The conditions for the entry of radioactive combustion products into the atmosphere depend on personal factors: the height of the rise of the smoke cloud may differ by two times, the duration of formation by 1.5 times, the nuclide composition of the release by 10%, and also from the constant change in meteorological over time data (wind speed and direction, temperature and humidity, etc.)

### References

1. Natsionalna dopovid pro stan tekhnohennoi ta pryrodnoi bezpeky v Ukraini // MNS Ukrainy. Ofitsiyni sait. <http://www.mns.gov.ua>.
2. Odnolko A.A. Yssledovanye vtorychnoi opasnosti pry pozharakh obiektov s povyshennym zahriaznnyem radyonuklydamy: avtoref. dys. kand. tekhn. nauk. – VYPTSh MVD RF. – M., 1995. – 18 s.
3. Molodykh V.T. Radyoekolohycheskye posledstvyia lesnykh pozharov. – Mynsk, 1993. – 17 s.
4. Distribution and influence of forest fires on the ecological and radiation situation in radioactively contaminated areas / V Sydorenko, S Yeremenko, V Vambol, S Vambol, L Poberezhna / Procedia Structural Integrity 36, 318-325
5. Forest fires in radioactively contaminated territory: the consequences of the chernobyl disaster today [Техт] / Viola Vambol, Sergij Vambol, Sergiy Yeremenko, Roman Shevchenko // "Сборник доклади от научна конференция „Радиационната безопасност в съвременния свят” 17-19-11-2021 г Велико Търново, 2021 г. Издателски комплекс на Национален военен университет „Васил Левски” ISSN 2738-7607 Print ISSN 2603-4689 CD
7. Azarov S.Y. Metodyka rascheta perenosa radyonuklydov v rezultate pozharov v Chernobylskoi zone / S.Y. Azarov // Radyatsyonnaia byolohyia. Radyoekolohyia. – 1997. – . № 1.– pp. 102–109.
8. Azarov S.Y. Metodyka analiza radyatsyonnoho ryska pry tushenyu pozhara na terrytoryakh, zahriaznennykh radyonuklydamy / S.Y. Azarov // Pozharo-vzryvobezpasnost. – 2001. – Т. 10. – № 1. – С. 40–43.
9. Azarov S.Y. Zahriaznenye atmosfery  $^{137}\text{Cs}$  pry lesnykh pozharakh v Chernobylskoi zone // Radyatsyonnaia byolohyia. Radyoekolohyia. – 1998. – Т. 36. –№ 4. – С. 474–483.
10. Azarov S.I. Doslidzhennia nadkhodzhennia  $^{137}\text{Cs}$  v povitria pry lisovykh pozhezhakh v Chornobylskii zoni /S.I.Azarov, V.L.Sydorenko, O.V.Rudenko, A.V.Pruskyi // Pozhezhna bezpeka: teoriia i praktyka. – 2011, – № 9. – С. 5–10.

DOI: 10.34660/INF.2023.33.93.046

## PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF URANIUM MINING IN RUSSIA

**Nikolay Dolchinkov, Bonka Karaivanova - Dolchinkova, Ilya  
Korolev, Oleg Loktionov**

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕД РАЗВИТИЯ ДОБЫВА УРАНА В РОССИИ

**Николай Долчинков, Бонка Караиванова – Долчинкова,  
Илья Королев, Олег Локтионов**

***Abstract:** Russia ranks fourth in the world in terms of uranium mining after Kazakhstan, Canada and Australia. On average, Russia has mined uranium in the order of 3,000 tons per year. The main places for the extraction of roughwood can be grouped into 4 districts. ARMZ is one of the world leaders in the field of uranium processing and it possesses a number of associations in other countries of the world. Russia is increasing its export of nuclear material and fuel on the world market.*

***Аннотация:** Россия занимает четвертое место в мире по добычи урана после Казахстана, Канады и Австралии. В среднем в России добыв урана в порядке 3 000 тонна в год. Основные места добычи суровины можно сгруппировать 4 районам. АРМЗ является одним из мировых лидеров в области переработки урана и он обладает и ряд объединений в других государств мира. Россия увеличивает свой экспорт ядерным материалом и топливом на мировом рынке.*

### **Введение:**

В последние годы увеличилась добыча урана в мире. С 2011 г. самым крупным производителем стал Казахстан, а призовые места занимают еще Канада, Австралия и Россия. Не смотря на аварию в Фукусиме вырос спрос на ядерное топливо и на построение новых АЭС по всему миру. Для человечества нужно электрическая энергия, а дешевле, чем в ГЭС и АЭС пока не получается добывать регулярно, вне зависимости от климата и метеорологических элементов [1, 5, 19].

### **Организация добыча урана в России**

Россия обладает значительными экономическими ресурсами урана, с около 9% разумно гарантированных мировых ресурсов плюс прогнозные ресурсы до 130 долл. США / кг - 505 900 тонн U (Красная книга 2014 г.). Росатом сообщил, что ресурсы АтомРедМетЗолото (АРМЗ) в сентябре 2015



года составили 517 000 тонн, в основном требующих подземной добычи. Сообщается, что исторические расходы на разведку урана составляли около 4 миллиардов долларов. Федеральное агентство по управлению природными ресурсами (Роснедра) сообщило, что российские запасы урана выросли на 15% в 2009 году, особенно за счет разведки на Урале и в Республике Калмыкия, к северу от Каспийского моря [2, 11, 16].

С 2004 года добыча урана варьировалась от 2870 до 3560 тонна в год, и в последние годы она была дополнена добычей урана Uranium One в Казахстане, в результате чего в 2012 году было добыто 7629 т. В 2006 году в России было три проекта по добыче урана, с тех пор были реализованы и другие, некоторые находятся в стадии строительства, вторые в стадии проекта. Стоимость производства в отдаленных районах, таких как Элькон, составляет 60-90 долларов США / кг. Расходы на новые внутренние проекты АРМЗ в 2013 году составили 253,5 млн. рублей, хотя в ноябре 2013 года все инвестиции Росатома в расширение горнодобывающей промышленности были приостановлены из-за низких цен на уран [3, 12, 18].

В 2006 году были объявлены планы производства 28300 тонн в год U-308 к 2020 году, 18 000 тонн из них из России, а баланс осуществится импортом из Казахстана, Украины, Узбекистана и Монголии. Три казахстанских совместных предприятия по добыче урана были созданы в Казахстане с целью обеспечения России 6000 т / год с 2007 года: СП Каратау, СП Заречное и СП Акбастау [4].

АтомРедМетЗолото (АРМЗ) - государственная компания, которая в 2007-2008 годах приобрела активы по разведке и добыче урана. Он унаследовал 19 проектов с общим ресурсом урана около 400 000 тонн, из которых 340 000 тонн находятся в Эльконском урановом регионе и 60 000 тонн в Стрельцовском и Витимском районах. Права на все эти ресурсы были переданы Роснедре, Федеральному агентству по недропользованию при Министерстве природных ресурсов и экологии.

В 2009 и 2010 годах АРМЗ приобрел 51% акций канадской компании Uranium One Inc, заплатив за это денежными средствами в размере 610 миллионов долларов США и обменом активов в Казахстане: 50% совместных предприятий Акбастау, Каратау и Заречное, добывающих Буденовское и Заречное месторождения. (Независимый финансовый консультант оценил стоимость акций АРМЗ в СП „Акбастау“ и „Заречное“ в \$ 907,5 млн.). Uranium One обладает значительными производственными мощностями в Казахстане, включая теперь эти две шахты с Каратау, Акдала, Южный Инкай и Харасан, а также небольшие перспективы в США и Австралии. В 2013 году АРМЗ завершил покупку находящихся в обращении акций Uranium One Inc и он стал полноправным дочерним предприятием АРМЗ. ОАО «Группа Uranium One» (группа U1) с декабря 2016 года

является дочерним предприятием Атомэнергопрома на 78,4% и, по-видимому, отделено от АРМЗ [6, 12, 13].

После этого в конце 2013 года Росатом создал Uranium One Holding NV (U1H) в качестве глобальной платформы роста для всех международных активов по добыче урана, принадлежащих России, со штаб-квартирой в Амстердаме. Он перечисляет активы в Казахстане, США и Танзании, а также владеет и управляет долей Росатома в Uranium One Inc.

АРМЗ остается ответственным за добычу урана в России. На конец 2013 года 82,75% принадлежало Росатому и 17,25% ТВЭЛа. Расходы на геологоразведочные работы почти удвоились за два года и составили около 52 млн долларов США в 2008 году. В 2013 году правительство России утвердило бюджет на геологоразведку в размере 14 млрд рублей (450 млн долларов США) до 2020 года, главным образом на Дальнем Востоке и в Северной Сибири. Месторождения, пригодные для добычи полезных ископаемых, будут разыскиваться в Зауралье, Забайкалье и Калмыкии. Другие работы будут в Уральском, Сибирском, Дальневосточном федеральных округах (Зауральский, Стрельцовский, Витимский и Восточно-Забайкальский, Эльконский рудные районы) [7, 15].

Росгеология, российская государственная геологоразведочная компания, созданная в 2011 году, определила „перспективные“ урановые месторождения в Северо-Западном федеральном округе России после завершения разведки Куол-Панаярвинской площади на границе Мурманской области и Республика Карелия. В 2015 году было подписано соглашение с Росатомом по урану.

В декабре 2010 года АРМЗ сделал предложение о поглощении в размере 1,16 миллиарда долларов США для австралийской компании Mantra Resources Ltd с перспективным проектом Mkuju River в южной Танзании.

### **Добыча урана в России**

В 2009 году правительство приняло предложение Росатома о создании ЭГМК-проекта „Открытое акционерное общество“ для АРМЗ и Эльконского горно-металлургического комбината. Вклад государства через Росатом в уставный капитал ЭГМК-Проекта составил 2,667 млрд. рублей, в том числе 2,391 млрд. рублей в 2009 году и 0,266 млрд. рублей в 2010 году. В настоящее время создается ЭГМК-Проект для разработки проектной и проектной документации для Эльконского ГОКа и Metallургический комбинат [1, 12, 20].

Основные урановые месторождения Российской Федерации находятся в четырех районах:

1. Зауральский район в Курганской области между Челябинском и Омском, с шахтой Далур ISL.

2. Стрельцовский район в Забайкальском крае или Читинской области ЮВ Сибири у границ Китая и Монголии, обслуживаемый Краснокаменском и с крупными подземными шахтами.

3. Витимский район в Бурятии, около 570 км к северо-западу от Краснокаменска, с рудником Хиагда.

4. Более недавно обнаруженный отдаленный район Элькон в Республике Саха (Якутия) находится примерно в 1200 км к северо-северо-востоку от Читинской области.

В настоящее время добыча на АРМЗ ведется, главным образом, в Стрельцовском районе, где в 1967 году были открыты крупные урановые месторождения, что привело к крупномасштабной добыче, изначально с незначительным контролем за состоянием окружающей среды. Это вулканогенные кальдерные отложения. Краснокаменск - главный город, обслуживающий шахты.

В 2010 году АРМЗ заявил, что намерен утроить производство до 10 300 тонн в год при некоторой помощи со стороны Camoco, Mitsui и местных инвесторов. Он рассчитан на 20 000 тонн в год к 2024 году. Общая стоимость прогнозируется на уровне 67 миллиардов рублей (2 миллиарда долларов США), в основном на Приаргунском, с 4,8 миллиардами рублей (144 миллиона долларов США) к концу 2009 года, включая новые 30 миллионов долларов США, 500 тонн в день. сернокислотный завод введен в эксплуатацию в 2009 году, заменив завод по производству кислоты 1976 года [3, 11, 17].

Сделаем короткий анализ добычи урана на территории России сегодня.

#### *Зауралье, Курганская область*

Скромный уровень производства у Далура в Зауралье-Курганской области. Это дорогая (40 долл. США / кг) операция кислотного выщелачивания *in situ* (ISL) в песчаниках. Уксянское - город, поддерживающий шахту Далур. План АРМЗ на 2008 год предусматривал увеличение добычи на Далуре с помощью кислого ПСИ с 350 до 800 тЕ / год к 2019 году (расширение от Далматовского месторождения в Зауральском урановом районе до Хохловского в Шумихинском районе, затем Добровольное в Звериноголовском районе). В 2014 году ОАО „Далур“ завершило дальнейшую разведку Хохловского месторождения и увеличило его запасы с 4700 до 5500 тонн. Из него планируется увеличить добычу с 50 тУ в 2015 году до 200 т / год к 2019 году. В 2016 году была начата модернизация мельницы. Более половины 2016 года было добыто на Усть-Уксянском участке Далматовского месторождения.

Запасы Далура в 2013 году были оценены АРМЗ на уровне 9 900 тонн. Редкие земли и скандий являются потенциальными побочными продуктами. В 2016 году были завершены геологоразведочные и опытно-промышленные

работы на Добровольном месторождении, а в июне 2017 года получено разрешение на разработку, позволяющее построить завод. Его запасы котируются как 7067 тонн. Ожидается, что после опытной эксплуатации до 2020 года промышленная эксплуатация позволит поддерживать добычу Далур на уровне 700 тЕ в год, примерно до 2025 года после того, как Далматовское и Хохловское истощены.

*Забайкальский край Читинская область, Стрельцовский район*

Здесь несколько подземных рудников, эксплуатируемых ОАО „Приаргунский промышленный горно-химический союз“ (ППГХО - 85% АРМЗ), поставляют низкосортную руду на центральную мельницу под Краснокаменском. РМСУ была основана в 1968 году и производит некоторые другие металлы, кроме урана. С 2008 года является дочерним предприятием АРМЗ. В 2013 году „запасы“ котировались АРМЗ на уровне 108 700 тонн. Производительность до 3000 т / год, примерно одна десятая от кучного выщелачивания. В 2015 году производство составило 1977 тЕ, а затраты сократились на 11%, поэтому он надеялся выйти на уровень середины 2016 года.

Компания имеет шесть подземных рудников, большинство из которых работают: шахта № 1, шахта № 2, шахта Глубокий, шахта 6R, шахта № 8 с добычей на месторождении Малый Тулукуй и шахта № 6. План АРМЗ на 2008 год предусматривал расширение производства Приаргунского с 3000 до 5000 т / год к 2020 году.

Производительность рудника № 1 была увеличена в 2016 году. Он находится на противоположной стороне поселка Октябрьский от рудника № 2 и примерно в 2 км от него.

Шахта № 2 несла убытки в 2013 году из-за рыночных условий, поэтому она была закрыта, чтобы сосредоточиться на доведении шахты № 8 до полной добычи. Прекращение работы возобновилось в феврале 2015 года. Часть продукции экспортируется во Францию, Швецию и Испанию.

Шахта № 8 начала добычу в 2011 году, и к концу 2014 года запланированная мощность по фазе 1 составит 400 т / год. Ожидается, что общая стоимость разработки составит 4,8 млрд рублей (3,5 млрд рублей для фазы 1). Производство увеличилось на 22% в 2016 году.

Шахта № 6 будет доступна на Аргунском и Жерловском месторождениях, которые составляют 35% Стрельцовского запаса в 40 900 тонн, с намного более высоким содержанием (0,3% U), чем остальные. Себестоимость добычи на руднике № 6 прогнозируется на уровне 90 долл. США / кгU. Дальнейшие планы Приаргунского направлены на развитие шахты № 6 [2, 12, 14].

*Бурятия, Витимский район*

ОАО „Хиагда“ осуществляет свою деятельность в Витимском в Бурятии, примерно в 570 км к северо-западу от Краснокаменска, обслуживая операции Приаргунского в Читинской области, и в 140 км к северу от города Чита. Они начинаются с низкой базы - в 2010 году добыча на Хиагдинском рудном месторождении составила 135 тонн, увеличившись до 440 тонн в 2013 году (при полном использовании пилотной установки) и намечая 1000 тонн в год с 2018 года на новом заводе. Это недорогие (US \$ 70 / кгU) операции кислотного выщелачивания на месте (ISL) в песчаниках, и они представляют собой единственную в мире шахту ISL в условиях вечной мерзлоты. Температура грунтовых вод составляет 1-4 ° С, что создает проблемы с вязкостью, особенно когда зимой температура воздуха составляет -40 ° С. Основной минерализацией урана является фосфат, требующий добавления окислителя в кислотный раствор. На самом Хиагдинском месторождении имеется восемь палеоканальных месторождений размером более 15 x 8 км на глубинах от 90 до 280 метров (в среднем 170 м). Отдельные рудные тела имеют длину до 4 км и ширину от 15 до 400 м, толщину от 1 до 20 м.

ОАО „Хиагда“ располагает ресурсами в 55 000 тЕ, поддающимися добыче ISL, при этом ресурсный потенциал оценивается Росатомом в 350 000 тЕ, что дает срок эксплуатации шахты более 50 лет. В 2015 году „запасы“ были указаны АРМЗ на уровне 39 300 тонн. План АРМЗ 2008 года предусматривал увеличение добычи по проекту ОАО „Хиагда“ до 1800 тонн в год к 2019 году, но в 2013 году более высокая цель была отложена. План 2018 года теперь 1000 тонн. В 2014 году ОАО „Хиагда“ продолжило строительство основного производственного объекта и сернокислотного завода, первая очередь которого была введена в эксплуатацию в сентябре 2015 года. Его окончательная проектная мощность составляет 110 000 т / год.

ОАО „Хиагда“ в настоящее время добывает уран из месторождений Хиагдин и Восточной Хиагдинского рудного поля. Ведутся подготовительные работы к добыче полезных ископаемых на Вершинном месторождении. В мае 2018 года ОАО „Хиагда“ объявило о проведении инженерно-геологических изысканий в преддверии строительства горнодобывающих предприятий на месторождениях Количикан и Дыбрин. Два других месторождения в непосредственной близости - Намару и Тетрахское. Все эти отложения встречаются на площади около 50 x 20 км. Также планируется установить установку для извлечения редкоземельных оксидов (REO) в качестве побочного продукта. Ближайшие города - Романовка, 133 км к северу от Читы и Багдарин [2, 8].

*Саха / Якутия, Эльконский район*

Долгосрочной надеждой АРМЗ является развитие масштабного проекта „Элкон“ с несколькими шахтами в Республике Саха (Якутия), расположенной примерно в 1200 км к северо-северо-востоку от Читинской области. Проект Элкон находится в горном регионе со сложными климатическими условиями и слабой инфраструктурой, что делает его сложной задачей. Планируется, что добыча на месторождениях метасоматита в течение десяти лет увеличится до 5000 т / год на 90,5 млрд. Руб. (3 млрд. Долл. США), и предусматривался запуск в 2020 г., но теперь это „после 2030 г.“. Элкон станет крупнейшим в России уранодобывающим комплексом с запасами более 270 000 тонн (или 357 000 тонн, указанных Росатомом в 2015 году). Он будет включать подземную добычу, радиометрическую сортировку, измельчение, переработку и производство уранового концентрата до 5000 тЕ / год.

Эльконский горно-металлургический комбинат (ЭГМК) был создан АРМЗ для разработки значительных Эльконских месторождений. Проект Элкон ММС, в котором участвует ОАО „Корпорация развития Южной Якутии“, направлен на привлечение внешнего финансирования для развития инфраструктуры и добычи полезных ископаемых в рамках государственно-частного партнерства, в котором АРМЗ принадлежит 51%. Предусматривается участие иностранного капитала, в том числе из Японии, Южной Кореи и Индии, а в марте было объявлено о создании совместного предприятия с Индией. Разработки Элкон ММС должны стать „локомотивом экономического развития всего региона“, с 2010 года создавая инфраструктуру, линии электропередачи, автомобильные и железные дороги, а также промышленные объекты. Из 15 предлагаемых строительных площадок три были предварительно выбраны: в устье реки Анбар, селе Дикси и селе Усть-Уга. Строительство четырех небольших плавучих теплоэлектростанций для подачи тепла и электроэнергии в северные районы Якутии связано с проектом Элкон в южной Якутии.

В проекте Элкон имеется восемь месторождений с ресурсами 320 000 тU в среднем 0,146% U, с побочным продуктом золота: Элькон, Плато Элькон, Курунг, Непроходимое, Дружное (южные месторождения), а также Южная, Северная, Зона Интересная и Лунная. В середине 2010 года АРМЗ опубликовал данные по JORC-совместимым ресурсам для пяти южных месторождений: 71 300 тU, как измерено и указано ресурсы, и 158 500 тU, как предполагаемые ресурсы, в среднем 0,143% U. АРМЗ отметил, что оценка ресурсов по международным стандартам повысит инвестиционную привлекательность ЕММС. Тем не менее, в сентябре 2011 года АРМЗ заявил, что производственные затраты составят 120-130 долл. США / кгU, что будет недостаточно на текущем рынке, и эти расходы необходимо будет сократить на 15-20%.

### *Дальнейшие перспективы*

Федеральное агентство по недропользованию (Роснедра) передавало около 100 000 тонн урановых ресурсов горнодобывающим предприятиям, в частности, АРМЗ, в 2009-10 годах, и тогда для лицензирования были подготовлены 14 проектов, в основном малых и средних месторождений. Они расположены в основном в Читинской (Стрельцовский район), Зауральской (Зауральский район) и Бурятской (Витимский район) урановых областях.

Проекты, подготовленные для лицензирования, включают в себя:

Читинская область - Жерловское, Пятилетнее, Дальнее и Дурулгуевское.

Республика Бурятия - Талаканское, Витлаусское, Имское, Тетрахское, Джилиндинское.

Курганская область - Добровольное (сейчас лицензировано).

Хабаровский край - Ласточка.

Республика Тыва - Усть-Уюк и Онкажинское.

Республика Хакасия - Приморское.

Все вместе эти проекты имеют 76 600 тонн разумно гарантированных и предполагаемых ресурсов, плюс 106 000 тонн менее определенных „неоткрытых“ ресурсов.

Роснедра опубликовала список месторождений в Республике Карелия, Иркутской области и Ленинградской области, которые будут выставлены на тендер в 2009 году. В частности, Тюменский в Мамско-Чуйском районе Иркутской области должен был быть предложен к разработке, после чего Шоткуская площадь в Лодейнопольский район Ленинградской области. В Карелии были предложены Салминская площадь в Питкяранском районе и месторождение Карку. Ни в одном из этих предложений 2009 года не были указаны разумно гарантированные или предполагаемые ресурсы, только „неоткрытые“ ресурсы в российских категориях Р1 – Р3, и, похоже, ни одно из них не было использовано. В 2016 году Министерство природных ресурсов и экологии Карелии признало только одно месторождение урана „не имеющим коммерческого интереса“ на Средней Падме (Медвежьегорский район) и объявило, что добыча не планируется [3, 9,14].

### *Иностранные и частные инвестиции в добычу урана*

В октябре 2006 года японская компания Mitsui & Co совместно с Tenex согласилась провести технико-экономическое обоснование урановой шахты на востоке России для поставок в Японию. Первая добыча на шахте „Южная“ в Республике Саха (Якутия) запланирована на 2009 год. Mitsui имела возможность взять 25% проекта и профинансировала 6 миллионов долларов США на технико-экономическое обоснование. Строительство рудника „Южная“, по оценкам, обойдется в 245 миллионов долларов США,

а к 2015 году добыча достигнет 1000 тонн в год. Это будет первое зарубежное владение российским урановым рудником. Однако, согласно Красной книге 2016 года, Южная, похоже, является частью проекта Элкон.

Следуя предыдущим сделкам с Tenex, в ноябре 2007 года Cameco подписала соглашение с АРМЗ. Обе компании должны создать совместные предприятия по разведке и добыче урана как в России, так и в Канаде, начиная с выявленных месторождений на северо-западе России и в канадских провинциях Саскачеван и Нунавут [1, 2, 10].

Помимо АРМЗ, частные компании могут также участвовать в тендерах на разработку более мелких и удаленных урановых месторождений, которые готовятся к лицензированию в России. АРМЗ открыт для соответствующих инвестиционных проектов со стратегическими партнерами, и месторождение Лунное является примером, когда частная компания Золото Селигдара сотрудничает с АРМЗ.

### **Выводы:**

1. В Российской Федерации есть большие запасы урана, что представляет свыше 10% мирового запаса, Есть новые перспективные участки, в которых идут обследование территории и разработка урановых мин;

2. АРМЗ является один из крупнейших операторов в мире по добычи урана и онимеет активы и обладает многие зарубежные предприятия горнодобывной индустрии;

3. Россия числится среди ведущих государств в переработке урана и является один из ключевых игроков на мировом рынке ядерного топлива и ядерных материалов.

### **References:**

1. Prof V.Ivanov, WNA Symposium 2001,
2. Prof A.Gagarinski and Mr A.Malyshev, WNA Symposium 2002.
3. Josephson, Paul R, 1999, Red Atom - Russia's nuclear power program from Stalin to today.
4. Minatom 2000, Strategy of Nuclear Power Development in Russia,
5. O. Saraev, paper at WNA mid-term meeting in Moscow, May 2003.
6. Rosenergoatom Bulletin 2002, esp. M.Rogov paper.
7. Perera, Judith 2003, Nuclear Power in the Former USSR, McCloskey, UK.
8. Kamenskikh, I, 2005, paper at WNA Symposium.
9. Kirienko, S. 2006, paper at World Nuclear Fuel Cycle conference, April and WNA Symposium, Sept.
10. Shchedrovitsky, P. 2007, paper at WNA Symposium, Sept.



11. Panov et al 2006, Floating Power Sources Based on Nuclear reactor Plants
12. Rosenergoatom website
13. Rosatom website
14. nuclear.ru
15. OECD NEA & IAEA, 2012, Uranium 2011: Resources, Production and Demand – 'Red Book'
16. Dolchinkov N., World uranium mining production, International journal for science Machines, Technologies, Materials, , ISSN 1313-0226, 3/2019 стр 127-130
17. P. Amesh, K. A. Venkatesan, A. S. Suneesh, Deepak K. Gupta T. R. Ravindran, Diethylenetriamine functionalized silica gel for adsorption of uranium from aqueous solution and seawater, J Radioanal Nucl Chem (2021). <https://doi.org/10.1007/s10967-021-07761-5>
18. Dobrev, L., Nonova, T. Determination of uranium content in ammonium uranyl carbonate (AUC) and triuranium octoxide (U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>). J Radioanal Nucl Chem 326, 1543–1550 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10967-020-07471-4>, Electronic ISSN 1588-2780, Print ISSN 0236-5731
19. Dolchinkov N., M. Haralampiev, Influence of uranium mines in the formation of natural background radiation, International scientific journal: Science. Business. Society 5/2016, june 2016 ISSN 2367-8380 стр. 55-58;
20. Dolchinkov N., Oleg Loktionov, Algazy Zhauyt, Nino Durglishvili, Световен добив на уран, Научна конференция „Радиационната безопасност в съвременния свят“, НБУ „В. Левски“- гр. В. Търново – 17-19 ноември 2021 ISSN 2738-7607 Print, ISSN 2603-4689 CD, стр. 32-47

**Адрес для корреспонденции:**

1. Николай Тодоров Долчинков, Национальный Военный Университет имени Василя Левского , Велико Търново, България, Национальный Исследовательский Университет "МЭИ", Москва, Россия, E-mail: [n\\_dolchinkov@abv.bg](mailto:n_dolchinkov@abv.bg);
2. Бонка Енчева Караиванова – Долчинкова, РУО – В. Търново, България, ШУ „Епископ Константин Преславски“, Шумен, България E-mail: [bonka\\_vt@abv.bg](mailto:bonka_vt@abv.bg);
3. Королев Илья Викторович, Национальный Исследовательский Университет "МЭИ", Москва, Россия, E-mail:
4. Локтионов Олег, Национальный Исследовательский Университет "МЭИ", Москва, Россия, E-mail:

DOI: 10.34660/INF.2023.70.13.047

**COMPUTATION METHOD FOR ASSESSING  
RADIONUCLIDE SURFACE ACTIVITY DENSITY BASED ON  
MEASUREMENTS OF AMBIENT DOSE EQUIVALENT RATE**

**Chizhov Konstantin**

**ИЗЧИСЛИТЕЛЕН МЕТОД ЗА ОЦЕНКА НА ПЛЪТНОСТТА  
НА ПОВЪРХНОСТНАТА АКТИВНОСТ НА  
РАДИОНУКЛИДИТЕ ВЪЗ ИЗМЕРВАНИЯ НА  
МОЩНОСТТА НА ОКОЛЕН ЕКВИВАЛЕНТ НА ДОЗАТА**

**Чижов Константин**

***Abstract:** This article presents a developed computation method for assessing the radionuclide surface activity density on open sites and in premises of a radiation hazardous facility based on measurements of the ambient dose equivalent rate (ADER). Surface activity distribution map is restored by numerically solving the Fredholm equation of the 1st kind using the Tikhonov regularization method. The method was applied to localize sources of ionizing radiation at the industrial site of the Center for Radioactive Waste Management - Andreeva Bay Department of the North-Western Center for Radioactive Waste Management "SevRAO" - a branch of the Federal State Unitary Enterprise "Federal Ecological Operator". The functional of Lorentz curves is applied to estimate the compactness of the distributions of the radionuclide surface activity density and ADER. The nature of the influence on the accuracy of the reconstruction of the surface activity density of such parameters as the degree of fragmentation of the raster, the value of the radius of mutual influence of points, the height of the radiation detector above the scanned surface, and the angular aperture of the radiation detector is shown. The developed algorithm was applied to the tasks of radiation monitoring and optimization of works on decontamination of radioactively contaminated territories.*

Контроль радиационной обстановки (РО) включает в себя измерение мощности амбиентного эквивалентра дозы (МАЭД)  $\gamma$ -излучения на рабочих местах и на территории объекта, а также измерение уровней радиоактивного загрязнения территории санитарно-защитной зоны и зоны наблюдения, радиоактивного загрязнения поверхностей рабочих помещений и оборудования [1]. Результатом измерений радиоактивного загрязнения и радиоактивного загрязнения поверхностей являются значения плотности потока  $\alpha$ - и  $\beta$ -частиц [част/(см<sup>2</sup>·мин)], которую путём простого пересчёта можно представить, как плотность поверхностного радиоактивного загрязнения ППРЗ [Бк/м<sup>2</sup>].

ППРЗ и МАЭД как пространственные переменные имеют различную опору измерений, т.е. физический объём, подвергнутый измерению [2]. Для МАЭД на высоте 1 м опорой измерений можно считать диск, в центре которого расположен детектор  $\gamma$ -излучения, с радиусом в несколько десятков метров. Напротив, ППРЗ имеет опору измерений, близкую к габаритным размерам детектора  $\beta$ -частиц (100 см<sup>2</sup>) [3]. Таким образом, оценить значение ППРЗ в любой точке контролируемого пространства по данным отдельных, достаточно редких измерений не представляется возможным.

Задача построения карты ППРЗ решается путём перехода от грида МАЭД к гриду ППРЗ. В отличие от метода конверсионных коэффициентов (МКК), основанного на переходе от ППРЗ к мощности воздушной кермы с использованием коэффициентов перехода, дающего корректный результат только в случае медленно изменяющейся ППРЗ, в настоящей работе решение задачи основано на численном решении уравнения Фредгольма 1-го рода, который применим для произвольного распределения ППРЗ [4]. Чтобы от известных значений МАЭД перейти к удельной поверхностной активности, нужно решить уравнение Фредгольма 1-го рода:

$$\dot{H}(x, y) = W \cdot \iint \dot{Q}(x, y, \acute{x}, \acute{y}) \cdot A(\acute{x}, \acute{y}) d\acute{x}d\acute{y}, \quad (1)$$

где  $W$  [Зв/аГр] – нормировочный коэффициент [5],  $\dot{H}(x, y)$  [Зв/с] – МАЭД в точке с координатами  $(x, y)$  на высоте  $H$  [м] над поверхностью земли, просуммированная по всем точечным источникам активностью  $A(\acute{x}, \acute{y})d\acute{x}d\acute{y}$  [Бк], расположенным на обследуемой территории в точках с координатами  $(\acute{x}, \acute{y})$  [м];  $\dot{Q}$  [Зв/с] – МАЭД в точке с координатами  $(x, y)$  на высоте  $H$  [м] над поверхностью земли от точечного изотропного источника с координатами  $(\acute{x}, \acute{y})$ , создающего единичную плотность поверхностного загрязнения:

$$\dot{Q}(x, y, \acute{x}, \acute{y}) = \frac{K_\gamma}{H^2 + (x - \acute{x})^2 + (y - \acute{y})^2}, \quad (2)$$

где  $K_\gamma$  [(аГр·м<sup>2</sup>)/(с·Бк)] – керма-постоянная радионуклида, обуславливающего ППРЗ,  $H$  [м] – высота проведения измерений. Уравнения (1) и (2) соответствуют случаю, когда вся ППРЗ обусловлена наличием в загрязнении только одного радионуклида.

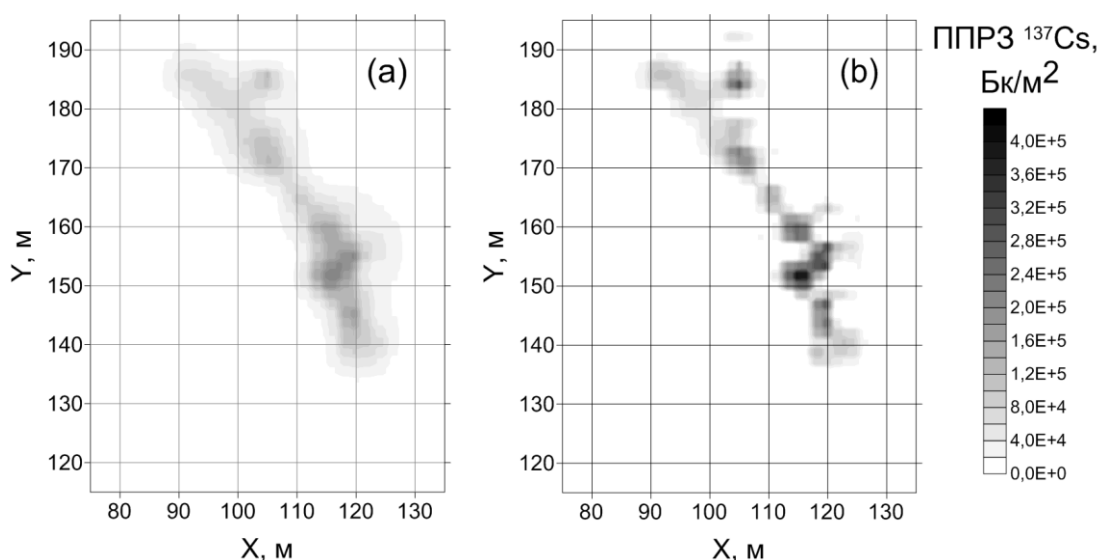
В настоящей работе уравнение (1) решено численными методами, путём его сведения к системе линейных алгебраических уравнений (3). При этом территория была представлена в виде сетки, состоящей из  $M \cdot N$  квадратных ячеек.

$$\dot{H}(x_m, y_n) = \sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^N \dot{Q}(x_m, y_n, \acute{x}_i, \acute{y}_j) \cdot \acute{x}_i \cdot \acute{y}_j \cdot A(\acute{x}_i, \acute{y}_j), \quad (3)$$

где  $\dot{N}(x_m, y_n)$  – МАЭД в ячейке  $(x_m, y_n)$  [Зв/с];  $\dot{Q}(x_m, y_n, x_i, y_j)$  [Зв/с] – МАЭД в ячейке  $(x_m, y_n)$  от точечного источника с ППРЗ  $A(x_i, y_j)$  [Бк/м<sup>2</sup>], находящегося в ячейке  $(x_i, y_j)$ ;  $x$  и  $y$  [м] – линейный размер ячейки по осям  $X$  и  $Y$ , соответственно.

Поскольку данные инструментальных измерений всегда содержат погрешность, система линейных алгебраических уравнений (3) является некорректной, и для её решения был применён метод регуляризации Тихонова [6].

ППРЗ была рассчитана для основного дозообразующего радионуклида <sup>137</sup>Cs по массиву измерений МАЭД на высоте  $H = 1$  м от поверхности земли для фрагмента промышленной площадки отделения губа Андреева СЗЦ «СевРАО». Радиоактивное загрязнение на этом фрагменте произошло в результате аварии - утечки радиоактивной воды из корпуса хранилища отработавшего ядерного топлива [7]. Результаты расчётов представлены на Рисунке 1.

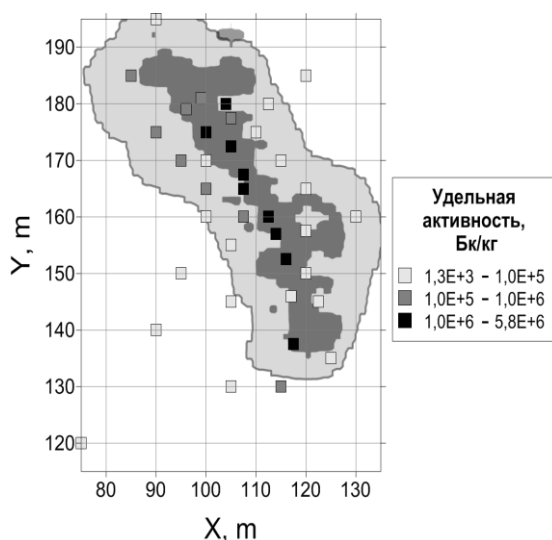


**Рисунок 1.** Результаты восстановления ППРЗ <sup>137</sup>Cs по МАЭД в исследуемом фрагменте промплощадки: по МКК (а), решением уравнения Фредгольма 1-го рода (б)

Получено, что площадь участков, загрязненных <sup>137</sup>Cs, определяемая по предложенному в данной статье методу в 2-4 раза меньше, чем площадь, определяемая по МКК, для которого характерно «размывание» ППРЗ в силу присущего МКК сглаживанию. Следовательно, разработанный в диссертации метод даёт более чёткое представление о площади загрязнённых участков, что позволяет значительно сократить объём работ по реабилитации.

Валидация предложенного метода восстановления ППРЗ выполнена по 245 измерениям удельной активности <sup>137</sup>Cs в пробах грунта на

промышленной площадке в губе Андреева. На Рисунке 2 представлены результаты измерения удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в пробах грунта в исследуемом фрагменте промплощадки (чёрные, тёмно-серые и светло-серые квадраты), результаты расчёта ППРЗ по МКК (светло-серая зона) и по методу настоящей работы (тёмно-серая зона). В зону ручья попали 38 из 245 спектрометрических измерений удельной активности проб грунта, причём девять измерений, отмеченных чёрным цветом, дают в сумме 82% активности по всем измерениям в зоне ручья, что практически совпадает с результатами расчётов, т.к. внутри изолиний, ограничивающих зону ППРЗ, локализовано 80% поверхностного загрязнения. Информационный коэффициент корреляции [8] между расчетными и измеренными значениями составил  $R = 0,68$ , что также доказывает адекватность метода с точки зрения реальной ППРЗ.



*Рисунок 2. Результаты сравнения по  $^{137}\text{Cs}$  для ППРЗ и удельной активности в исследуемом фрагменте промплощадки*

## Выводы

1. Карта плотности поверхностного радиоактивного загрязнения радионуклида  $^{137}\text{Cs}$ , построенная по результатам измерений МАЭД путём численного решения уравнения Фредгольма 1-го рода методом регуляризации Тихонова, позволила с приемлемой точностью оценить плотность поверхностного радиоактивного загрязнения исследуемого фрагмента промышленной площадки отделения губа Андреева СЗЦ «СевРАО» радионуклидом  $^{137}\text{Cs}$ , не увеличивая объёма проводимых измерений.

2. Для уточнения соответствия расчетных и измеренных значений плотности поверхностного радиоактивного загрязнения  $^{137}\text{Cs}$ , вычислен информационный коэффициент корреляции. Для грунта в исследуемом

фрагменте промышленной площадки отделения губа Андреева СЗЦ «СевРАО» он составил  $R = 0,68$ , что говорит о средней корреляции данных и применимости разработанного метода.

### Список литературы

1. СП 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010). – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 82 с.
2. Гео статистика: теория и практика. В. В. Демьянов, Е. А. Савельева, под ред. Р. В. Арутюняна. Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. – М.: Наука, 2010. – 327 с.
3. МУК 2.6.1.016-99. Контроль загрязнения радиоактивными нуклидами поверхностей рабочих помещений, оборудования, транспортных средств и других объектов. Методические указания по методам контроля (утв. Минатомом России 16.11.1999, главным государственным санитарным врачом РФ 10.09.1999 N 16-99).
4. Chizhov K. et al. The development and application of a method for assessing radionuclide surface contamination density based on measurements of ambient dose equivalent rate. *Journal of Radiological Protection* 39.2 (2019): 354.
5. ICRP Publication 74. Conversion Coefficients for Use in Radiological Protection against External Radiation. *Annals of the ICRP*. Vol. 26, No.3. 1997.
6. Тихонов А. Н., Арсенин В. Я. Методы решения некорректных задач. М.: Наука, 1974.
7. Chizhov, K., et al. Radiation situation dynamics at the Andreeva Bay site for temporary storage of spent nuclear fuel and radioactive waste over the period 2002–2016. *Journal of Radiological Protection* 38.2 (2018): 480.
8. Linfoot E. *Information and Control*, 1957, v. 1, № 1, 85-89.

#### **Адрес для корреспонденции:**

*Chizhov K., Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia, E-mail:*

DOI: 10.34660/INF.2023.35.67.048

## ВЛИЯНИЕ НА МЕТЕОРОЛОГИЧНИТЕ ЕЛЕМЕНТИ ВЪРХУ РАЗПРОСТРАНЕНИЕТО НА РАДИОНУКЛИДИ ПРИ ЯДРЕНА АВАРИЯ

Николай Долчинков, Олга Кондратиева, Дмитрий Бурдюков,  
Людмила Субракова, Бонка Караиванова-Долчинкова

## EFFECTS OF WEATHER ELEMENTS ON THE DISTRIBUTION OF RADIONUCLIDES IN NUCLEAR ACCIDENT

Nikolay Dolchinkov, Olga Kondratieva, Dmitrii Burdjukov,  
Lyudmila Subrakova, Bonka Karaivanova-Dolchinkova

*Резюме:* При анализа на метеорологичните елементи, които влияят на разпространението на радиоактивни частици и радиоактивни изотопи на територията на България ще анализирам основно ветровете и въздушните течения, които се формират във въздушното пространство над България. Това са основните метеорологични елементи, които най-силно влияят на изменението на радиоактивния фон. Друг елемент, който оказва влияние е валежът в различните му проявления – хоризонтален и вертикален като вид и зависещ от агрегатното състояние на водата. Останалите метеорологични елементи поради нищожното им влияние на радиационната обстановка ще ги изключим от факторите, формиращи естествените показатели на състоянието на атмосферата, водата и почвата.

*Ключови думи:* метеорологичен елемент, вятър, валеж, въздушно течение, ядрена авария, радионуклид

*Abstract:* In the analysis of meteorological elements that influence the spread of radioactive particles and radioactive isotopes in Bulgaria will mainly analyze the winds and air currents that form in the airspace over Bulgaria. These are the main weather elements that most influence the climate of the radioactive background. Another element that influences is precipitation in its various manifestations - horizontal and vertical type and depending on the physical condition of the water. The other meteorological elements because of their vile influence of the radiation situation will exclude them from the factors shaping the natural indicators of the state of the atmosphere, water and soil.

*Keywords:* meteorological element, wind, precipitation, air flow, nuclear accident, radionuclide

### **Увод:**

Различните метеорологичните елементи може да оказват въздействие върху радиоактивното замърсяване на заобикалящата ни среда – атмосфера, почва и вода, като всеки показател има различна тежест при формиране на радиоактивния фон. Най-силно влияние върху разпространение на радиоактивно замърсяване при ядрен инцидент, авария или тероризъм имат ветровете на различни височини от повърхността на земната кора. Влияние оказват също така различните видове валежи и пропускливостта на атмосферния слой спрямо слънчевата радиация достигаща до нас. Другите метеорологични компоненти оказват незначително влияние на разпространението на радиоактивните лъчи, частици и изотопи.

### **Влияние на ветровете**

Вятърът и въздушните течения влияят най-силно върху изменението на радиационния фон след настъпване на авария в АЕЦ или други ядрени съоръжения. Посоката и скоростта на средния вятър определят положението, мащабите и степента на заразяване на следата на радиоактивния облак. Затова при оценка на радиационната обстановка трябва винаги да се отчитат параметрите на въздушните течения. При настъпване на авария или увеличение на радиоактивния фон трябва непрекъснато да следим изменението на въздушните течения, както и да се информираме за евентуалните промени, които метеоролозите дават в своите прогнози. Необходимо е също така да съберем бързо информация за обичайните ветрове в дадения район, с цел предсказване посоката на разпространение на радиоактивното замърсяване, като използваме и местни признаци за определяне на ветровете и тяхното бъдещо развитие [1, 7].

Данните за посоката и скоростта на вятъра ни позволяват да решим следните задачи:

1. Определяне на посоката на разпространение на радиоактивния облак и мащабите на облъчването;
2. Определяне на времето за пристигане на радиоактивното замърсяване до определения район;
3. Определяне нивото на предполагаемото изменение на радиоактивния фон.

### **Влияние на фазовите преходи на водата в атмосферата**

Влажността на въздуха влияе значително по-слабо върху изменението на радиоактивния фон.

При сравнително силен дъжд или мъгла се наблюдава понижение на налягането във фронта на разпространение на радиоактивния облак, особено при по-големи разстояния от мястото на взрива. При взривове в среден дъжд (5 ml/h) или мъгла (0,2 g/m<sup>3</sup>) налягането в ударна вълна е 5–15 % по-ниско, отколкото в нормални условия. При силен дъжд (25 mm/h) или гъста мъгла



(1 g/m<sup>3</sup>) налягането в ударната вълна намалява с 15–30 %. При ядрени аварии в снеговалеж налягането в ударната вълна се понижава незначително и в практическите изчисления може да не се взема под внимание.

Дъждовете в различна степен оказват влияние върху изменение на радиоактивния фон след ядрена авария. При формирането на следата на радиоактивния облак дъждовните капки увеличават частиците на радиоактивния прах и заедно с тях падат върху земната повърхност [2]. В резултат на това се получава:

1. Увеличаване на скоростта на утаяване на радиоактивния облак;
2. Увеличаване на степента на заразяване на отделни малки райони от местността;
3. По-силно заразяване на населението, живата и нежива природа.

### **Влияние на релефа на местността**

В някои случаи релефът на местността може да влияе съществено върху характера на разпространението на радиоактивното замърсяване настъпило в резултат на ядрена авария или ядрен взрив, извършен на повърхността на земята.

На равнинна местност, каквато е местността с наклон на скатовете не повече от 10°, влиянието на релефа върху разпространението на радиоактивното замърсяване и изменението на радиоактивния фон е незначително и може да се пренебрегне.

Характерно за хълмистата местност е наличието на хълмове с височина до 200 m и с наклон на скатовете, по-голям от 10°, оврази, падини и други рязко изразени гънки на местността. При разпространението си на такава местност фронта на радиоактивното замърсяване се отразява от предните (обърнати към мястото на аварията или взрива) склонове на възвишенията, преминава над тях и отстрани, навлиза в овразите и падините.

Увеличаването на налягането на предните склонове на хълмовете и овразите зависи от техния наклон и от интензивността изменението на радиоактивните лъчи, частици и изотопи в атмосферата и се определя по специална графика. Налягането в ударната вълна на обратните склонове се определя по графика. Тези графики се намират на разположение на компетентните органи, които първи се борят с намаляване на влиянието на радиоактивното замърсяване върху хората и инфраструктурата.

Зад хълмове и възвишения с наклон на склоновете, по-голям от 20°, се наблюдава зона на повишено налягане, дължината на която е равна на 3–4 височини на хълма [3, 6]. Налягането в тази зона е 10–20 % по-високо от налягането в преминаващата ударна вълна. Фронтът на ударната вълна на обратните склонове се разстройва незначително. Времето за повишаване на налягането до максималното може да достигне 0,01–0,05 s. На дъното на

дълбоките падини и оврази със стръмни склонове и голяма дължина, чието ориентиране съвпада с посоката на разпространение на ударната вълна, налягането е 10—20 % по-високо, отколкото на повърхността.

В планинска местност влиянието на релефа е изразено по-силно, отколкото на хълмиста местност.

### **Влияние на други метеорологични елементи**

Плътноста на въздуха, концентрацията на аерозоли, атмосферното налягане, температурата на въздуха и почвата също оказват влияние на скоростта на изменение на естествения радиационен фон след претърпяна ядрена авария или друго действие, което е съпроводено с радиоактивно излъчване, но влиянието им е много малко и затова при определяне на радиационната обстановка те не се отчитат.

### **Анализ:**

Анализът е направен на база подробни статистически данни за посоката и силата на вятъра и въздушните течения над територията на България през последните 35 години след 1985 година от базата данни на Националния институт по метеорология и хидрология (НИМХ) към Българската академия на науките (БАН).

Освен ежедневните данни за периода след 2014 година са използвани обобщени стойности за посоката и силата на ветровете, както в близост до граничните райони, така и над територията на цялата ни държава. Тук са използвани данни за период от 30 години, който е напълно достатъчен да се уловят тенденциите за изменението на атмосферните маси и граничните с тях водни и земни повърхности. Задължително трябва да отбележа, че проследяването на въздушните маси през последните 30 години ни дава само тенденциите и основните посоки на движение, но както всички знаем тези процеси са твърде динамични и не се подчиняват на циклична равномерна повторемост и предсказване. Затова едновременно с направените задълбочени изследвания и обработка на данни не трябва да прекратяваме постоянното следене на заобикалящата ни среда и нейните параметри.

Особен интерес за нас представляват изменението на посоката на движението на въздушните течения в крайграничните райони, в близост до които има разположени ядрени обекти и това се отнася с най-голяма сила за региона на Североизточна България. Това се обяснява с факта за наличието на АЕЦ „Черна вода“ на територията на Румъния и на 40 километра от границата с България.

*Таблица 1. Честота на вятъра в 8 посоки и средна скорост в съответната посока за периода 1986 – 2021 г. за района на гр. Силистра.*

Посока	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Тихо
Брой случаи с тихо, %	6.2	14.1	7.1	3.8	5.9	8.2	15.6	7.6	31.5
Брой случаи без тихо, %	9.0	20.7	10.3	5.6	8.6	11.9	22.8	11.1	
Средна скорост, (m/s)	4.7	4.4	2.6	2.9	3.6	3.4	3.8	3.0	

От таблица 1 се вижда, че основната посока на вятъра в този регион е запад и североизток. Североизточно от Силистра е разположена АЕЦ „Черна вода“ и именно от там е произхода на 20% от ветровете. Като прибавим и близките северни и източни ветрове се получава, че повече от 40% от ветровете в този район биха спомогнали за повишаване на радиоактивното заразяване при случай на ядрена авария в съседната ни държава. Това е предпоставка ние да следимкто радиационната обстановка около АЕЦ „Черна вода“, така и метеорологичната обстановка и по-специално движението на въздушните маси в този регион. Тук трябва задължително при оценка на обстановката да се вземе в предвид и скоростта на вятъра. От таблица 1 много добре се очертава и това, че североизточния вятър има най-висока скорост – повече от 4.4 m/s, като с по-висока скорост е само чистия северен вятър - 4.7 m/s.

*Таблица 2. Честота на вятъра в 8 посоки и средна скорост в съответната посока за 2021 г. за района на гр. Силистра.*

Посока	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Тихо
Брой случаи с тихо, %	9.1	20.7	9.0	2.9	4.6	7.0	11.5	5.3	29.9
Брой случаи без тихо, %	13.0	29.6	12.9	4.2	6.4	10.0	16.4	7.5	
Средна скорост, (m/s)	4.3	3.6	2.4	2.5	2.3	2.6	3.2	3.1	

В таблица 2 е показано аналогичното изследване, но вземато само за 2021 година. Тук още по-ярко се очертава тенденцията с преобладаващата посока на ветровете – почти 30% от дните с вятър той е бил североизточен и при добавяне на северния и източния вятър, то повече от половината ветровити дни са били преобладаващо от Румъния и по-конкретно от АЕЦ. Това ни показва колко е необходимо функционирането на системите за следене на радиационната обстановка и метеорологичните прогнози главно с превантивни дейности.

Интерес представляват розите на ветровете и в други крайгранични райони на България, които са разположени до потенциални източници на радиационно замърсяване, но поради ограничения обем на доклада ще ги изложа подробно в друга разработка.

Паралелно с националната автоматизирана система за непрекъснат контрол на радиационния гама фон в НИМХ работи система за прогноза разпространението на радиоактивното замърсяване в случай на крупна ядрена авария в района на Северното полукълбо на Земята, където са разположени и повече от 95% от работещите АЕЦ на планетата ни [8, 9]. Тази система, която е известна само на част от тесните специалисти в областта на радиационната защита ни показва в реално време разпространението на въздушните маси и тяхното движение във времето. Там се представят резултатите от оперативното изчисление на прогностични траектории от определени атомни централи, разположени в района на Европа и Северното полукълбо. Станциите са разпределени на групи за по-голяма нагледност на резултатите, като те са подбрани така, че движението на атмосферните течения да се виждат ясно и да има добра разделителна способност между отделните централи. На всяка от картинките са представени траекториите от изредените АЕЦ, групирани в 5 групи. От всяка станция започват три траектории, съответстващи на три височини на изхвърляне:

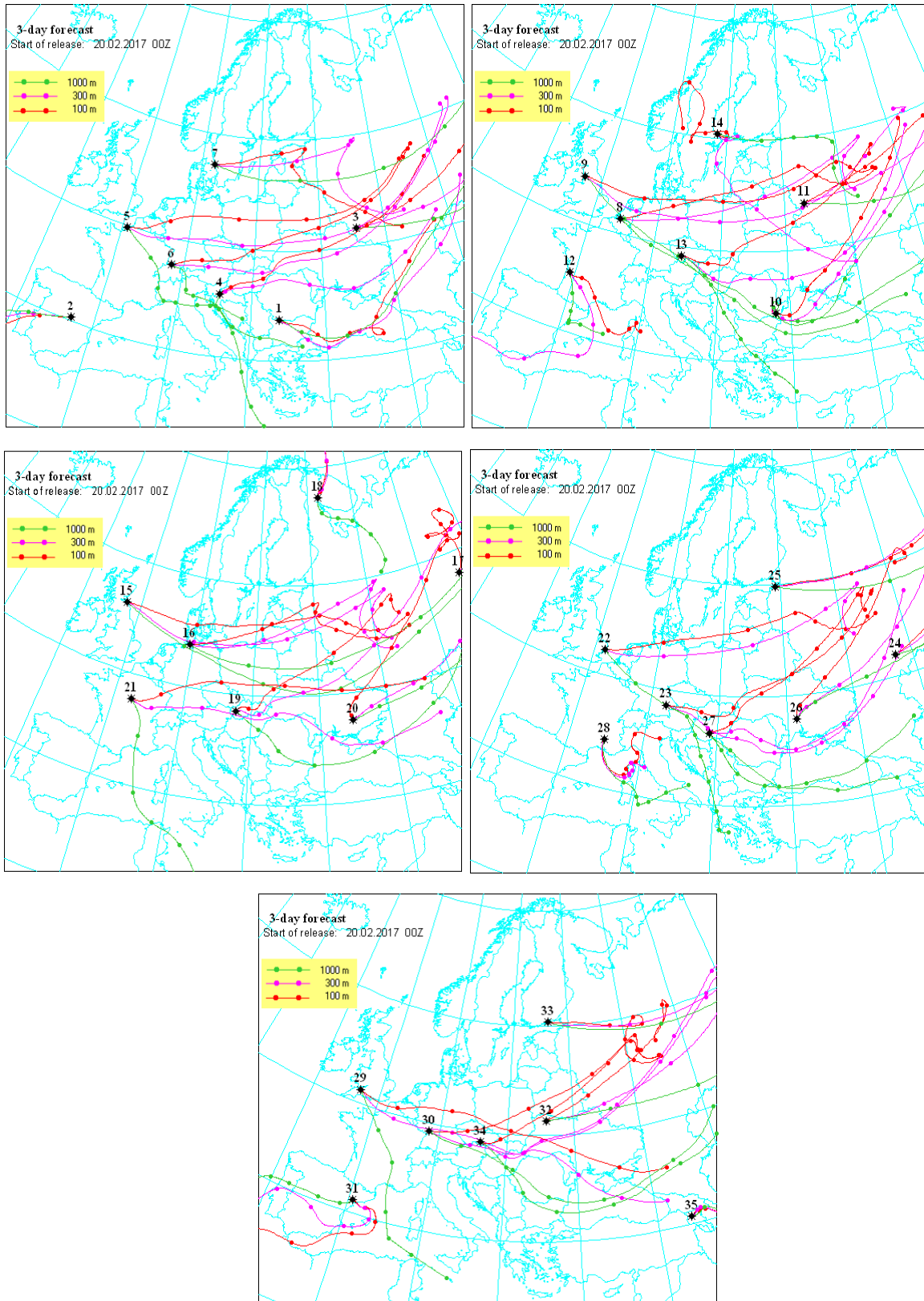
- 100 м - червен цвят;
- 300 м - розов цвят;
- 1000 м - зелен цвят.

Началният момент на всяка траектория е синоптичният срок (0 или 12 ч. по Гринуич), а със съответния цвят точки по всяка траектория са означени пунктовете, които изхвърлените частици ще достигнат след 12, 24, 36,.....72 часа. Местоположението на централите е обозначено със звездичка, а номерата съответстват на тези от списъка, показан в таблица 3 [4].

*Таблица. 3. Визуализиране на прогнозираните въздушни течения при авария в АЕЦ*

Карта №1	Карта №2	Карта №3	Карта №4	Карта №5
1.Козлодуй, BG	8.Доелр, BE	15.Торнес, UK	22. Сайзуел, UK	29.Хинкли Поинт, UK
2.Хосе Кабрерас, ES	9.Хейшъм, UK	16.Брокдорф, DE	23.Исар, DE	30.Филипсбург, DE
3.Курск, RU	10.Черна вода,RO	17.Белоярски,RU	24.Балаково, RU	31.Аско, ES
4.Кришко, SL	11.Смоленск, RU	18.Кола, RU	25.Ленинград, RU	32.Ровно, UA
5.Палуел, FR	12.Блайайс, FR	19.Бохунице, SQ	26.Южна Украйна, UA	33.Ловиза, FI
6.Лейбщадт, CH	13.Темелин, CZ	20.Запорожие, UA	27.Пакш, HU	34.Дуковани, CZ
7.Рингхалс, SE	14.Форсмарк, SE	21.Дампиер, FR	28.Трикастин, FR	35.Армения, AR

При анализиране на резултатите от прогнозните движения на въздушните маси и разнасяне на радиоактивните частици в следствие на това се наблюдава, че освен АЕЦ „Козлодуй“ и близко разположената до България АЕЦ „Черна вода“ в различни интервали от времето радиоактивно замърсяване може да настъпи и в резултат на авария в АЕЦ „Запорожие“, Украйна; АЕЦ „Курск“, Русия; АЕЦ „Южна Украйна“, Украйна; АЕЦ „Ровно“, Украйна; АЕЦ „Пакш“, Унгария; АЕЦ „Ленинград“, Русия; АЕЦ „Филипсберг“, Германия и други. Атомните централи са изброени по низходящ ред на евентуално въздействие върху въздуха, водите и почвите на България в резултат на радиационна авария. Резултатите от 20 февруари за въздушните течения на височина 100, 300 и 1000 метра от нивото са показани на фиг.1. От показаните реални резултати от движението на въздушните маси на различни височини, по данни на НИМХ, се вижда, че тези процеси са твърде динамични и във всеки един от трите дни влиянието на евентуална ядрена авария в различни точки от Европа ще има съвсем разнороден. Това потвърждава, че е необходимо непрекъснато следене на радиационния фон, движението на въздушните маси и състоянието на основните ядрени обекти.



*Фигура 1. Триденно прогнозно разпространение на въздушните течения при предполагаема ядрена авария в по-големите АЕЦ в Европа*

На фигура 1 са показани прогнозните движения на въздушните маси до 72 часа след евентуална авария в 35 централи от Европа. Точките по

начертаните траектории в различни цветове показват местоположението на атмосферните частици през 12 часа или как ще се разпространи фронта и какво ще е неговото положение през посочения интервал. Данните са за 20.02.2017 г., и се вижда от картографските чертежи, че динамиката е твърде голяма и посоката на движението е много разнопосочна. Това се очертава още по-ярко при последователно следене на данните във времето, където може да се уловят определени тенденции в движението на въздушните маси. Някои обекти които най-интересни за България на посочената дата са – АЕЦ „Козлодуй“, АЕЦ „Лейбщадт“ Швейцария, АЕЦ „Доелр“ Белгия, АЕЦ „Темелин“ Чехия, АЕЦ „Пакш“ Унгария, АЕЦ „Дуковани“ Словакия и други почти в противоположна посока [5]. От междинни данни се наблюдава непостоянство в посоките и скоростите на ветровете в различните части на Европа и в България в частност. Поради обема на доклада не мога да представя по-пълни данни, които са налични и ще бъдат обобщени и представени в други доклади. Данните за движението на атмосферните течения трябва да се следят непрекъснато, за да може да се реагира своевременно при евентуално радиоактивно заразяване в резултат на ядрена авария в някоя от атомните електроцентрали м Европа.

Не трябва да пренебрегваме и разликата в движението на въздушните части на различна височина от земната повърхност. На фигурите ясно се виждат разликите в посоката на разпространени и дължината на изминалия път. Това ни навежда на мисълта, че трябва да се знаят движението на въздушните маси на различни височини, за да се реагира адекватно. Не е достатъчно да знаем само повърхностните ветрове, а е необходимо да знаем движението на въздушните маси на различни височини от земната кора, за да може да прогнозираме разпространението на радиоактивното замърсяване и да вземем ефективни превантивни и последващи действия.

### **Изводи:**

1. Въздушните течения оказват най-голямо влияние от метеорологичните елементи върху евентуално изменение на естествения радиоактивен фон и разпространение на радиоактивни частици при ядрена авария в някои от АЕЦ в Европа.

2. Релефът на местността също оказва значително влияние на естествения радиоактивен фон и неговото изменение при радиоактивно замърсяване.

3. Въздушните течения са твърде динамичен процес както в течение на времето, така и в различна височина над земната повърхност. Това изменение трябва да се следи непрекъснат, за да може да се реагира своевременно и адекватно при евентуална ядрена авария.

4. Върху състоянието на естествения радиоактивен фон над България в различни периоди от време оказват влияние АЕЦ, разположени в различни

части на Европа, но АЕЦ „Запорожие“, Украйна; АЕЦ „Курск“, Русия; АЕЦ „Южна Украйна“, Украйна; АЕЦ „Ровно“, Украйна; АЕЦ „Пакш“, Унгария; АЕЦ „Ленинград“, Русия; АЕЦ „Филипсберг“, Германия оказват най-голямо влияние според данните от последните 3 месеца.

### **Ползвана литература:**

1. Метеорология (учебно пособие), Ст. Статев, ВИ, 1984 г.;
2. Метеорология за всеки, М. Сиракова, Наука и изкуство, 1989г.;
3. Радиационна защита, част I, В. Ангелов, М. Низамска, ВИ, С., 1992 г.;
4. Ежемесечен бюлетин на НИМХ, февруари 2017 г.;
5. Система за прогноза разпространението на радиоактивното замърсяване в случай на крупна ядрена авария на НИМХ при БАН, февруари 2017 г.
6. Долчинков Н., Действия на населението при извънредни ситуации, монография, Издателски комплекс на НБУ „Васил Левски“, ISBN 978-954-753-306-6, стр.186, 2020 г.
7. Padarev, N., Best practices in CBRN waste management in military operations, Security and future, ISSUE 3/2018, Sofia, 2018, pp 130-134, pub. Scientific technical union of mechanical engineering – Industry 4.0 Bulgaria, ISSN PRINT 2535-0668;
8. Padarev, N., The impact of technogenic accidents on the security environment, Security and future, ISSUE 4/2018, Sofia, 2018 pp176-180, pub. Scientific technical union of mechanical engineering – Industry 4.0 Bulgaria, ISSN PRINT 2535-0668
9. Димитров Б., Предизвикателства пред дезактивацията на радиологични вещества, Сборник доклади от годишната университетска научна конференция на НБУ „Васил Левски“, 28-29.05.2020 г. В. Търново, ISBN 1314-1937, т. 3, стр. 80-89

### **Адрес за кореспонденция:**

1. Николай Тодоров Долчинков, Национальный Военный Университет имени Василья Левского, Велико Търново, България, Национальный Исследовательский Университет "МЭИ", Москва, Россия, E-mail: [n\\_dolchinkov@abv.bg](mailto:n_dolchinkov@abv.bg);
2. Кондратьева Ольга Евгениевна, Национальный Исследовательский Университет "МЭИ", Москва, Россия, E-mail:
3. Бурдюков Дмитрий, Национальный Исследовательский Университет "МЭИ", Москва, Россия, E-mail:
4. Субракова Людмила Константиновна, канд. экон. наук, доц., ФГБОУ ВО «Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова», г. Абакан, Россия, E-mail: [sub\\_lk@mail.ru](mailto:sub_lk@mail.ru)
5. Бонка Енчева Караиванова – Долчинкова, РУО – В. Търново, България, ШУ „Епископ Константин Преславски“, Шумен, България E-mail: [bonka\\_vt@abv.bg](mailto:bonka_vt@abv.bg);



DOI: 10.34660/INF.2023.28.42.049

## ОПАЗВАНЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА

**Женета Железова**

## ENVIRONMENTAL PROTECTION

**Zheneta Zhelezova**

***Abstract:** The environment in which we live is what we call the environment. Our health depends on the state of the environment, as well as our lifestyle. The human must take care of the environment, not pollute her and prevent the cases of pollution, otherwise it may lead to fatal end of the humanity . The environment includes rivers, mountains, seas, oceans, plains, valleys, natural objects, mineral diversity and others, as well as living and non-living nature.*

***Keywords:** environment, protection, life, health, human, humanity, generations, planet, nature, welfare, climate change.*

### **Въведение**

Опазването на околната среда е човешка дейност за поддържане на устойчиво равновесие в биосферата. Това означава съхраняване на биологичното разнообразие, като не се допуска да се влошават параметрите на абиотичните фактори и не се съкращава числеността на видовете в природата.[2]

Първоначално понятието се свързва само с консервацията на природната среда и създаването на защитени територии. В съвременността се приема и рационалното използване на природните ресурси, съхраняване на биологичното разнообразие, провеждане на мониторингови изследвания, провеждане на дейности за намаляване замърсяването на околната среда, намаляване риска за здравето на хората, запазване на културно-историческите паметници.[2]

Опазването на околната среда се отнася само до обитаваната от човека среда.

### **Закон за опазване на околната среда**

Чл. 1. Законът за опазване на околната среда урежда обществените отношения, свързани със:[1, 9]

- ❖ опазването на околната среда за сегашните и бъдещите поколения и защитата на здравето на хората;
- ❖ съхраняването на биологичното разнообразие в съответствие с природната биогеографска характеристика на страната;
- ❖ опазването и ползването на компонентите на околната среда;
- ❖ контрола и управлението на факторите, които увреждат околната среда;
- ❖ осъществяването на контрол върху състоянието на околната среда и източниците на замърсяване;
- ❖ предотвратяването и ограничаването на замърсяването;
- ❖ създаването и функционирането на Националната система за мониторинг на околната среда;
- ❖ стратегиите, програмите и плановете за опазване на околната среда;
- ❖ събирането и достъпа до информацията за околната среда;
- ❖ икономическата организация на дейностите по опазване на околната среда;
- ❖ правата и задълженията на държавата, общините, юридическите и физическите лица по опазването на околната среда.

Чл. 2. Целите на закона се постигат чрез:[1]

- ❖ регламентиране на режимите за опазване и ползване на компонентите на околната среда;
- ❖ контрол върху състоянието и ползването на компонентите на околната среда и източниците на нейното замърсяване и увреждане;
- ❖ установяване на допустими норми за емисии и за качество на околната среда;
- ❖ управление на компонентите и факторите на околната среда;
- ❖ извършване на оценка на въздействието върху околната среда (ОВОС);
- ❖ издаване на разрешителни за предотвратяване, ограничаване и контрол на замърсяването;
- ❖ обявяване и управление на територии със специален режим на защита;
- ❖ развитие на системата за мониторинг на компонентите на околната среда;
- ❖ въвеждане на икономически регулатори и финансови механизми за управление на околната среда;
- ❖ регламентиране на правата и задълженията на държавата, общините, юридическите и физическите лица.

Чл. 4. Компонентите на околната среда са: атмосферният въздух, атмосферата, водите, почвата, земните недра, ландшафтът, природните обекти, минералното разнообразие, биологичното разнообразие и неговите елементи.[1]

Чл. 5. Факторите, които замърсяват или увреждат околната среда, могат да бъдат: естествени и антропогенни вещества и процеси; различни видове отпадъци и техните местонахождения; рискови енергийни източници - шумове, вибрации, радиации, както и някои генетично модифицирани организми.[1]

Чл. 6. Управлението, опазването и контролът на компонентите на околната среда и факторите, въздействащи върху тях, се извършват по ред, определен от този закон и от специалните закони за компонентите и факторите на околната среда.[1]

Чл. 7. При трансгранично замърсяване се прилагат изискванията, съдържащи се в споразумения и договори, по които Република България е страна. [1]

### **Принципи за опазване на околната среда**

Чл. 3. Опазването на околната среда се основава на следните принципи:[1, 9]

- ❖ устойчиво развитие;
- ❖ предотвратяване и намаляване на риска за човешкото здраве;
- ❖ предимство на предотвратяването на замърсяване пред последващо отстраняване на вредите, причинени от него;
- ❖ участие на обществеността и прозрачност в процеса на вземане на решения в областта на околната среда;
- ❖ информираност на гражданите за състоянието на околната среда;
- ❖ замърсителят плаща за причинените вреди;
- ❖ съхраняване, развитие и опазване на екосистемите и присъщото им биологично разнообразие;
- ❖ възстановяване и подобряване на качеството на околната среда в замърсените и увредените райони;
- ❖ предотвратяване замърсяването и увреждането на чистите райони и на други неблагоприятни въздействия върху тях;
- ❖ интегриране на политиката по опазване на околната среда в секторните и регионалните политики за развитие на икономиката и обществените отношения;
- ❖ достъп до правосъдие по въпроси, отнасящи се до околната среда.

### **Държавна политика и органи за управление на околната среда**

Чл. 8. (1) (Предишен текст на чл. 8 - ДВ, бр. 42 от 2011 г.) Държавната политика по опазване на околната среда се осъществява от министъра на околната среда и водите.[1]

(2) (Нова - ДВ, бр. 42 от 2011 г.) Министърът на околната среда и водите може да делегира със заповед правомощия на заместник-министрите, като определя техните функции, и да оправомощава

длъжностни лица във връзка с волеизявления и действия, които са част от съответното производство по издаване на административни актове и документи.[1]

Чл. 9. Държавната политика по опазване на околната среда се интегрира в секторните политики - транспорт, енергетика, строителство, селско стопанство, туризъм, промишленост, образование и други, и се осъществява от компетентните органи на изпълнителната власт.[1, 9]

Чл. 10. (1) Компетентни органи по смисъла на закона са:[1]

- ❖ министърът на околната среда и водите;
- ❖ изпълнителният директор на Изпълнителната агенция по околна среда;
- ❖ директорите на регионалните инспекции по околната среда и водите (РИОСВ);
- ❖ директорите на басейновите дирекции;
- ❖ директорите на дирекциите на националните паркове;
- ❖ кметовете на общините, а в градовете с районно деление - и кметовете на районите;
- ❖ областните управители.

(2) Компетентни да предприемат предвидените в закона действия и дейности са:[1]

- ❖ на територията на една община - директорът на РИОСВ или кметът на общината, а в градовете с районно деление - кметът на района;
- ❖ на територията на една област - областният управител или директорът на РИОСВ;
- ❖ на територията на няколко общини в обхвата на една РИОСВ - директорът на съответната инспекция;
- ❖ на територията на няколко общини в обхвата на различни РИОСВ - министърът на околната среда и водите.

### **Околна среда и здраве**

Чистата околна среда е от съществено значение за човешкото здраве и благосъстояние. В същото време непосредствено заобикалящата ни среда може да бъде източник и на стресови фактори, например замърсяване на въздуха, шум, опасни химикали, които имат отрицателно въздействие върху здравето. Изменението на климата също оказва неблагоприятно въздействие върху здравето на населението на ЕС чрез горещи вълни, наводнения и промени в разпространението на векторно преносими заболявания. На по-широко равнище изменението на климата, загубата на биологично разнообразие и влошаването на състоянието на почвите могат да окажат въздействие и върху благосъстоянието на хората, като застрашават зависещите от екосистемите услуги, например достъпа до прясна вода и производството на храни.[4]

Човешкото здраве и благосъстояние са тясно свързани със състоянието на околната среда. Естествената среда с добро качество осигурява основни потребности, като чист въздух и вода, плодородна земя за производството на храни и енергийни и материални ресурси за производство. Зелената инфраструктура служи за регулиране на климата и предотвратяване на наводнения. Също достъпът до „зелени,, и „сини“ зони предоставя важни възможности за отдих и подпомага благосъстоянието.[4]

Последиците от изменението на климата също представляват непосредствена заплаха за здравето, и по-специално горещите вълни и промените в профила на инфекциозните заболявания и алергените.[4]

#### *Деятелностите на ЕАОС в областта на околната среда и здравето*

ЕАОС (Европейска агенция за околна среда) работи с партньори на национално и международно ниво за изграждане на база от знания относно връзките между околната среда, здравето и благосъстоянието. Това включва работа по проучване на начина, по който околната среда допринася за благосъстоянието на хората, както и работа в областта на излагането на въздействието на специфични стресови фактори на околната среда и на тяхното въздействие върху здравето, включително замърсяването на въздуха, шума, химикалите и изменението на климата. В крайна сметка резултатите за здравето са резултат от комбинацията от продължително излагане на стресови фактори на околната среда, което означава, че при оценките на въздействието на околната среда върху здравето следва да се възприема интегриран подход.[4]

Добре познатите стресови фактори на околната среда, които засягат човешкото здраве, са предмет на регулаторен контрол в Европа, като се полагат усилия за намаляване на излагането на тези фактори. Появяват се обаче и нови проблеми, при които екологичните пътища и ефектите върху здравето все още не са достатъчно ясни. Те включват въпроси като антимикробната резистентност или промените в експозицията на хората на съдържащите се в продуктите химикали с преминаването към кръгова икономика и увеличаването на рециклирането. ЕАОС работи с международни мрежи от експерти за идентифициране на нововъзникващи рискове за околната среда, включително Европейската комисия, СЗО и Европейския орган за безопасност на храните.

Що се отнася до тематичната работа, ЕАОС предоставя набор от оценки и показатели във връзка със замърсяването на въздуха, шума, химикалите и адаптирането към изменението на климата.

**„Всичко е в наши ръце !!!“**

За да бъде природата чиста човек трябва да полага грижи за нея. Не трябва да се изсичат безразборно дърветата, а само изгнили и изсъхналите .

Трябва да се залесяват площи с дървета, цветя и треви, защото те приемат серният диоксид и отделят кислород ,който е нужен за всички живи организми. Всеки завод трябва да има пречиствателни станции , за да не замърсява въздуха, почвата и водата. Не трябва да се изхвърлят найлоновите опаковки , стъклата и другите боклуци навсякъде , а в специалните еко контейнери. Трябва да се полагат грижа и за животните които са защитени и за някои които не са. Късането на защитени растенията трябва да се спре, ето защо е създадена Червената книга на България.[3]

Трябва да има повече велосипедисти, а не мотористи и други с превозни средства. Трябва да пестим водата и тока. Не трябва да вредим природата, защото тя може без нас, а ние без нея НЕ!

Макар че хората представляват сравнително нищожен процент от цялата биомаса на планетата, ефектът от тяхната дейност има огромни последици върху природата. Развитието на технологиите довежда до експлоатирането на природните ресурси в големи мащаби. Замърсяването на въздуха и водата, изсичането на горите, затоплянето на климата, изчезването на някои видове растения и животни са само част от последициите на човешката дейност.[3]

Изсичането на горите води до нарушено екологично равновесие, източниците на вода пресъхват, почвата не може да задържа влагата, променя се климатът, настъпват суши и ерозия, а това като следствие води и до промени в растителния и животински свят.

Киселинните дъждове, които са следствие от замърсяването на въздуха от веществата, изпускани от фабрики и автомобили, причиняват смъртта на насекоми и водни животни, повреждат сгради, в това число исторически паметници на културата, и имат негативно отражение върху здравето на човека.

Нефтени разливи в океаните и моретата могат да имат пагубен ефект върху флората и фауната. Най-тежки са последициите за морските птици. Петролът прониква и унищожава структурата на перата им, което значително намалява способностите им да летят. Попаднал в организма им, той може да причини нарушения в дейността и заболявания на стомаха, бъбреците и черния дроб. Понякога може да причини и смъртта им.[3, 8]

### **Начини за опазване на околната среда**

В следващите редове ще изброя няколко от многото лесни начина, с които можем да помогнем на скъпата ни планета, съответно и на самите нас, като я направим по-добро място за живеене: [5,7]

1. Засадете дърво [5,7]
2. Да подкрепим местната продукция [5,7]
3. Да пестим водата [5,7]
4. Да преосмислим начина си на транспорт [7]

5. Да помислим за електричеството [5,7]
6. Да перем икономично [5,7]
7. Да избягваме пластмасата [5,7]
8. Да ограничим вредните продукти [5,7]
9. Да предадем старите електроуреди за скрап [7]
10. Да намалим пътуването със самолет [7]
11. Използвайте по-малко хартиени кърпи [5]
12. Рециклирайте стъкло [5]
13. Рециклиране на хартия и нейната правилна употреба [5]

### **Изводи**

Човекът трябва да се грижи за опазването на околната среда, като не я замърсява и като възпрепятства случаите на замърсяване, в противен случай това може да доведе до фатален край на човечеството [11].

Замърсяването на околната среда е факт. Човешката дейност има значителен принос за този проблем. Той засяга населението по целия свят. Хората трябва да започнат да се отнасят отговорно към околната среда. Много по-трудно е отпадъците да се рециклират, от това да се генерират. Ето защо много по-добре е да се избягва натрупването на отпадъци, отколкото те да се обработват или очистват след като вече са били формирани.

Чистата околна среда е от съществено значение за човешкото здраве и благосъстояние. Човешкото здраве и благосъстояние са тясно свързани със състоянието на околната среда. Последниците от изменението на климата също представляват непосредствена заплаха за здравето.

### **Заклучение**

В действителност това, което причиним на околната среда ни се връща като бумеранг, било то климатични промени или природни явления, необичайни, както обикновено сме свикнали да ги описваме, но всъщност всичко случващо се е свързано и щом се замислим, жънем това, което сами сме си посели.

Замърсяването на природата може да се избегне, само ако всички действат заедно! [6, 10]

Създавайте си полезни практики – изхвърляйте отпадъците разделно, не си хвърляйте фасовете през прозореца на автомобила. Вместо да купувате всеки път найлонови торбички от магазина, купете си здрава и удобна текстилна такава. Много супермаркети предлагат торбички за пазар за многократна употреба, които са брандирани с логото на съответната верига. Сметнете, че ако една такава торба струва 3 лв., а една найлонова торбичка 10 стотинки, първата ще бъде дългосрочна инвестиция, докато втората ще отиде в коша почти веднага. Текстилните торби може да се ползват с години,

което в дългосрочен план ще ви спести пари. Ако имате възможност, използвайте градски транспорт вместо автомобил. Намаляването на трафика е ключов момент за предотвратяването на замърсяването на природата. [6]

Посадете дърво, като по този начин то ще остане за тези след вас.

Грижете се за околната среда така, както бихте искали да се грижат за Вас, ако самите Вие бяхте нея.

### **Литература:**

1. Закон за опазване на околната среда. В сила от ДВ бр.91 от 25.09.2002г. Актуална към ДВ бр. 42 от 07.06.2022 г.

2. <https://bg.wikipedia.org>

3. <https://sites.google.com/site/portfoliomarsileza/opazvane-na-okolnata-sreda>

4. <https://www.eea.europa.eu/bg/themes/human/intro>

5. <https://www.expert.bg/curious/curious-all/14-lesni-nachina-da-pomognete-za-opazvaneto-na-okolnata-sreda-532225.html>

6. <https://www.vivus.bg/blog/kak-da-predotvratim-zamarsyavaneto-na-prirodата>

7. <https://www.10te.bg/lyubopitno/10-lesni-nachina-da-opazim-okolnata-sreda/>

8. Долчинков Н. Т., Н. Озерова, Влияние на тежките метали върху околната среда, Сборник доклади от научна конференция „Радиационната безопасност в съвременния свят“, НВУ „В. Левски“- гр. В. Търново – 22 ноември 2019 г ISBN 2603-4689;

9. Долчинков Н., Закони и нормативни актове, регулиращи използването на ядрената енергия в България, Научна конференция „Актуални проблеми на сигурността“ на НВУ "В. Левски"- гр. В. Търново – октомври 2017 г. ISBN 2367-7465, т.3

10. Димитров Б, Транспортиране на радиоактивни материали съгласно европейската спогодба за превоз на опасни товари по шосе, Сборник доклади от научна конференция „Актуални проблеми на сигурността“ на НВУ "В. Левски"- гр. В. Търново – октомври 2020 г. ISBN 2367-7465 т.5 стр. 116-128;

11. Padarev, N., Best practices in CBRN waste management in military operations, Security and future, ISSUE 3/2018, Sofia, 2018, pp 130-134, pub. Scientific technical union of mechanical engineering – Industry 4.0 Bulgaria, ISSN PRINT 2535-0668

### **Адрес за кореспонденция:**

*Женета Веселинова Железова , студент*

*НВУ „Васил Левски“ Факултет „Артилерия, ПВО и КИС“ гр. Шумен*

*телефон : 0898375744*

*e-mail : jeni\_v8@abv.bg*



DOI: 10.34660/INF.2023.84.46.050

## ANALYSIS OF THE POSSIBILITIES FOR PROTECTION AGAINST ELECTROMAGNETIC IMPULSES

**Dimitar Raev**

### АНАЛИЗ НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ ЗА ЗАЩИТА СРЕЩУ ЕЛЕКТРОМАГНИТНИ ИМПУЛСИ

**Димитър Раев**

***Abstract:** The electromagnetic pulse is small burst of electromagnetic energy. EMP always can be spread over a range of frequencies. Such a pulse can arise in the form of radiated electric or magnetic field. It can be natural or handmade. Traditionally the highest frequencies are present in the nuclear EMP burst. Minor EMP causes low level of electrical interference. Where as large EMP can damage and lead to fire electrical equipment. Now my aim is to try to minimize the effect of EMP to the electronics components. My attempt needs a thick conducting material coating, around the component an aluminum foil. Then the foil would be grounded to pass the EMP to ground.*

#### 1. INTRODUCTION

EMP is small burst of electromagnetic energy. It also famous as transient electromagnetic disturbance. Such a pulse can be found in the form of radiated electric of magnetic field. EMP interference is generally damaging the electronics equipment and components. The management of EMP effects is an important part of the Electronic Engineering.

##### 1.1 Main Characteristics

Pulses of EMP are mainly described by:

- Type of energy

These include magnetic and electric fields, electrical conduction and electromagnetic radiation. In general electromagnetic radiation is more prominent.

- Frequency range

EMP mostly contains frequency range from 0 Hz to the upper limit, depending upon the source. Highest frequencies are present in Nuclear EMP. They generally continue up to optical and ionizing ranges.

- Pulse waveforms

Real pulses tend to be quite complicated, so simplified models are used. These include describing it through rectangular pulse or double exponential pulse or damped sine wave.

## 1.2 Types of EMP

They are divided into 3 groups : Natural, Handmade and Military.

- Natural EMP

It includes lightning electromagnetic pulse and electrostatic discharge. The electrostatic discharge occurs due to charred bodies coming into contact or in close ranges.

- Handmade EMP

It includes Power line surges, Switching action of electrical circuitry and Continual switching of digital circuitry. Power line surges can be of several KV enough to damage electronics equipment and components. And the switching pulse can cause change in the flow of electricity which sharp change is a form of EMP. The amplitude is small and its signal is generally treated as “noise”.

- Military EMP

These are divided into 2 groups: Nuclear and Non-nuclear [4].

Non-nuclear EMP is generated without the usage of nuclear technology. The EMP from the NNEMP come from the bomb itself, while the nuclear weapon generate EMP as its secondary effect. Device that can achieve this objectives include a large low inductance capacitor bank discharged into a single loop antenna, a microwave generator and an explosively pumped flux compression generator.

NNEMP generator can be easily carried as a payload of bombs, cruise missiles and drones.

The range of NNEMP weapons is much less than nuclear EMP. NNEMP allows accurately delimitation of target.

NEMP is an abrupt pulse of electromagnetic radiation from a nuclear explosion. High altitude nuclear EMP (HEMP) is a category of NEMP. It's generated when nuclear detonation occurs at high altitude (over 90-100 km). HEMP device produces the EMP as its primary damage mechanism.

A high altitude nuclear detonation produces an immediate flux of gamma rays from the nuclear reaction within the device [1, 6].

## 2. HISTORICAL GENERATION OF EMP

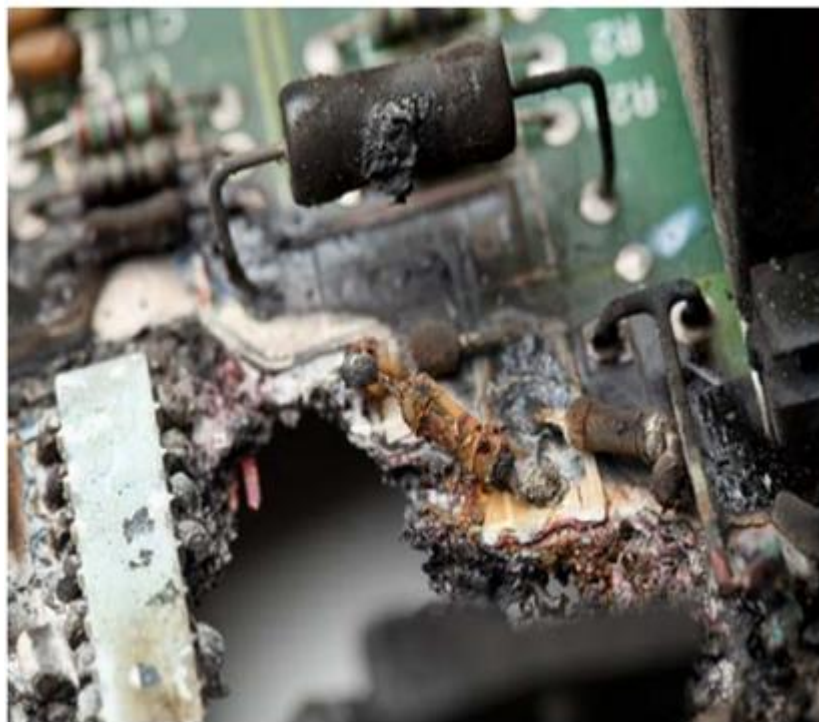
Many tests were carried out to study EMP and its effect. Out of them most significant were “Starfish Prime” (USA) and “Test 184” (USSR).

“Starfish Prime” is the name of the operation that involved detonating a nuclear warhead 400KM above mid Pacific Ocean. Its effect, as electrical damage can be seen at 1445KM away in Hawaii. The test was carried in month July, 1962

year. USSR also performed similar tests on EMP. The most famous is “Test 184” which was carried out in 1962 in Kazakhstan.

### 3. EMP EFFECTS

Minor EMP events and especially pulse trains, can cause low level of electrical interference which affect the operation of susceptible device. Higher level of EMP can induce spark for e.g. when refuelign a gasoline engine vehicle. Large EMP can induce high current and voltage ammounting to the damage of electrical equipment or disrupting it function [3]. Very large EMP can damage aircraft and UAV’s. There indirect effect can cause electrical fire, which is caused by overheating. General effects on aircraft can daage the vital electronics systems.



*Fig. 1. Effect of EMP on electronic circuits*

### 4. MITIGATION OF EMP

An EMP can cause major damage to electronics circuits. It can break our life – The communication networks, energy, food and water distribution networks could break down [2, 5]. The protection for electronics and critical infrastructure against an EMP is doable. It involves enclosing every electronic component in shielding is designed to prevent electromagnetic pulse to enter or exit the device. With the help of shielding a protector circuit can also be used. Shield should be made up of robust materials and they should protect the device especially cords, cables and wires that connect devices to external entities such as power supplies or networks. Cables and wires act as antennas

through which an EMP travels directly into a device. There are many ways to protect the device.

“Tailor hardening”, which is cost effective way of hardening. In this method, only the most vulnerable elements and circuits are redesigned to be more rugged. The more rugged elements will be able to bear much higher currents. But this method has shown some unpredictable failures in testing. Still it may be used to make existing systems less vulnerable to attacks.

Vacuum tubes (valve) can be used to increase the ruggedness of the electronics circuits. In general vacuum tubes based equipment is generally much less vulnerable to nuclear EMP than newer solid state equipment. But other component in vacuum tube circuitry can be damaged by EMP.

Metallic shielding can also be used. In this shield are made up of continuous piece of metal. A metal enclosure generally does not shield the interior because of the small holes that are likely to exist. This type of shielding often contains additional elements to create barrier. Commonly a fractional of a millimeter of a supply adequate protection. This shield must completely surround the device to harden.

Generally for metal hardening aluminum foil is used, because is good for thermal insulation, heat exchangers and cable liners. It can also be used in EMP shielding.

The shielding effectiveness of aluminum foil depends upon the type of incident field, thickness of the foil and the frequency.

Although aluminum is non-magnetic, but it is good conductor so even a thin sheet reflects almost all of an incident electromagnetic wave. At frequencies more than 100 MHz the field is attenuated by more than 80 Db.

Thin sheets of aluminum are not very effective at attenuating low-frequency magnetic field. The shielding efficiency is dependent upon the skin depth. Thin shields have internal reflection that reduce the shielding effectiveness. A field travelling through 1 skin depth will lose around 60-63% of its energy.

For effective shielding from a magnetic field, the shield should be several skin depths thick.

Faraday cage can also be used in metallic shielding. It is an enclosure formed by conductive material. Such an enclosure blocks external static electricity through the mesh, providing constant voltage on all sides of the enclosure. Since the difference in the voltage is the measure of the electric potential, no current flows. A Faraday cage operates because an external static electric field causes the electric charges within the cage conducting material to be distributed such that they cancel the fields in the cage's interior.

A Faraday cage can be best understood as an approximation to an ideal hollow conductor. Externally and internally applied electromagnetic fields produce forces on the charge carriers (electrons) within the conductor, the

charges are redistributed accordingly (electric currents are generated), once the charges have rearranged so as to cancel the applied field inside, the current stop.

## REFERENCES

1. Jerry Emanuelson. An Introduction to Nuclear Electromagnetic Pulse. Retrieved from <https://www.futurescience.com/emp.html>
2. Electromagnetic pulse – Wikipedia. Retrieved from [https://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic\\_pulse](https://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic_pulse)
3. Hess, Wilmot N. (September 1964). The Effects of High Altitude Explosions. Retrieved from [https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19640018807\\_1964018807.pdf](https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19640018807_1964018807.pdf)
4. “The Early-Time High-Altitude Electromagnetic Pulse and It’s Impact on the U.S. Power Grid”. Retrieved from [https://www.ornl.gov/sci/ees/estd/pes/pubs/ferc\\_Meta-R-320.pdf](https://www.ornl.gov/sci/ees/estd/pes/pubs/ferc_Meta-R-320.pdf), Jan 2010, Written by Metatech Corporation for Oak Ridge National Lab.
5. Dolchinkov N., Oleg A Loktionov, Ilya V Korolev, Bonka E Karaivanova-Dolchinkova, Influence of Electromagnetic Waves on the Human Body, 2021 Sixth Junior Conference on Lighting (Lighting), 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/Lighting49406.2021.9599072, Electronic ISBN:978-1-6654-3792-9 CD:978-1-6654-3791-2,
6. Долчинков Н., Развитие лазерных технологий, Инновации в технологиях и образовании. Сборник статей участников XIV Международной научно-практической конференции. Кемерово, Белово, Новосибирск, Велико-Тырново, Шумен, 2021. , ISBN 978-5-906969-98-9, стр. 50-57

### *Адрес за кореспонденция:*

*Димитър Раев, НВУ „Васил Левски, факултет „Артилерия, ПВО и КИС“, Шумен, e-mail :*

DOI: 10.34660/INF.2023.31.69.051

## COMPARATIVE ANALYSIS OF DATA FROM RADIATION CONTROL OF HARVESTS 2020 AND 2022 OF ORGANIC PRODUCTION OF FRUITS AND VEGETABLES IN BULGARIA

**Anton Sotirov, Independent Researcher**

### СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА ДАННИТЕ ОТ РАДИАЦИОННИЯ КОНТРОЛ НА РЕКОЛТИ 2020 И 2022 ГОДИНА НА БИОЛОГИЧНО ПРОИЗВОДСТВО НА ПЛОДОВЕ И ЗЕЛЕНЧУЦИ В БЪЛГАРИЯ

**Антон Сотиров, Независим изследовател**

***Abstract:** 33 fruits and vegetables and 7 varieties of the most common dessert apple for direct consumption from the Kyustendil Region, Bulgaria and some imported fruits and their cold-pressed juices in the canning industry were studied. Organic production was chosen to eliminate agricultural processing of the harvest and its influence on the measurements.*

*The aim of the study was to obtain information on the radiological status of some of the raw materials for the food industry and in particular of apple fruits from the famous fruit-growing Kyustendil region, South-west Bulgaria.*

*All tested varieties and hybrids of apples and their juices have low radioactivity in accordance with regulations. The common radiation background for the Kyustendil region is 0.16  $\mu\text{Sv/h}$  (as a there is a fluctuation from 0.10 to 0.20  $\mu\text{Sv/h}$ ), and less often it is outside these norms. The diagram shows that to some extent there is a relationship between the total radiation background and the radioactivity of the fruits, but their radioactivity is significantly lower than the common radiation background.*

*With few exceptions, the radioactivity of the juice directly depends on the radioactivity of the fruit, with a slight decrease in the values and in the juice, probably part of it remains in the pressed fruit mass.*

*It can be concluded that the radioactivity of the fruits and the juice have some dependence on each other as in varieties with higher values of the measured technical parameters the fruits have a higher natural radioactivity.*

*There is no increasing of the values of the common radiation background and radioactivity of the fruits and vegetables during 2022, compared with year 2020. The average radiation values of the fruits and vegetables are almost equal, and average radiation values of the produced juices are equal.*

**Key words:** radioactivity, fruits, vegetables, juices

## Introduction

There were studied 33 types of fruits and vegetables and 7 apple varieties from Region Kyustendil, Bulgaria, produced by the regional farms or imported. They were designed for the food canning (juice) industry. 3 kg samples were taken from each fruit/vegetable type. The study was done during years 2022 and 2020 as all fruit and vegetable supplies during selected years for two canning factories were measured for radioactivity.

The juice was obtained by cold pressing with a single-shaft juicer Star Light SJB-150 R.

The total radiation background, the radioactivity of the fruit and the juice obtained from them were measured with a Geiger counter "Radex" RD1503 in the microsievert per hour ( $\mu\text{Sv/h}$ ). For each fruit and vegetable and their juices, 4 consecutive measurements were performed, followed by averaging of the value, which were performed automatically. Outdoor measurements of the common radiation background were performed without separating the individual types of radiation.

The aim of the study is to obtain information about the radiological status of some of the raw materials for the food industry and in particular of fruits and vegetables from the Kyustendil region, Bulgaria.

The topic is not very common in the scientific literature, but there are studies related to the protection of apples from radiation during storage [1,2,3], as well as information about possible sources of radioactive contamination, influence of the general radiation background, the radioactivity of soils, waters and air [4,5,6]. Data about the radiation situation in the Kyustendil region have also been published by [7,8,9,10,11,12].

## Results

*Table 1. Measured radioactivity of the fruits and vegetables and the common radiation background. \*[12]*

	Radioactivity of fruit, $\mu\text{Sv/h}$ 2020*	Radioactivity of the juice, $\mu\text{Sv/h}$ 2020*	Radiation background, $\mu\text{Sv/h}$ 2020*	Radioactivity of fruit, $\mu\text{Sv/h}$ 2022	Radioactivity of the juice, $\mu\text{Sv/h}$ 2022	Radiation background, $\mu\text{Sv/h}$ 2022
<b>Apples-Granny Smith*</b>	0.13	0.10	0.15	0.12	0.11	0.14
<b>Apples-Golden Delicious*</b>	0.12	0.12	0.14	0.13	0.10	0.17

Радиационната безопасност в съвременния свят 16-18.11 2022

<b>Apples-Melrose*</b>	0.11	0.12	0.16	0.11	0.11	0.16
<b>Apples-Prima*</b>	0.14	0.13	0.15	0.09	0.10	0.12
<b>Apples-Florina*</b>	0.13	0.13	0.15	0.14	0.13	0.15
<b>Apples-Freedom*</b>	0.14	0.14	0.15	0.12	0.12	0.12
<b>Apples-Pinova*</b>	0.18	0.15	0.16	0.12	0.11	0.14
<b>Peaches</b>	0.12	0.12	0.14	0.13	0.14	0.16
<b>Cherries</b>	0.12	0.11	0.15	0.14	0.15	0.15
<b>Sour Cherries</b>	0.10	0.11	0.12	0.11	0.12	0.16
<b>Apricots</b>	0.12	0.10	0.13	0.15	0.10	0.14
<b>Raspberries</b>	0.08	0.10	0.11	0.12	0.12	0.12
<b>Carrots</b>	0.11	0.10	0.11	0.11	0.12	0.13
<b>Beetroot</b>	0.13	0.13	0.13	0.10	0.12	0.11
<b>Lemons</b>	0.14	0.12	0.16	0.13	0.14	0.14
<b>Oranges</b>	0.12	0.15	0.11	0.13	0.14	0.12
<b>Yellow Plum</b>	0.15	0.12	0.16	0.10	0.11	0.19
<b>Red Plum</b>	0.09	0.08	0.11	0.14	0.12	0.16
<b>Blue Plum</b>	0.13	0.14	0.17	0.16	0.15	0.14
<b>White Plum</b>	0.11	0.11	0.13	0.12	0.13	0.15
<b>Aronia</b>	0.14	0.12	0.12	0.14	0.12	0.16
<b>Grape</b>	0.13	0.14	0.14	0.15	0.14	0.16
<b>Pears</b>	0.09	0.15	0.16	0.11	0.11	0.12
<b>Ginger</b>	0.11	0.15	0.17	0.13	0.12	0.13
<b>Melons</b>	0.12	0.08	0.12	0.11	0.14	0.15
<b>Potatoes</b>	0.10	0.10	0.12	0.16	0.16	0.18
<b>Eggplants</b>	0.12	0.11	0.13	0.11	0.10	0.12
<b>Cabbage</b>	0.14	0.13	0.16	0.14	0.12	0.12
<b>Red Tomatoes</b>	0.15	0.12	0.13	0.15	0.15	0.15
<b>Green Tomatoes</b>	0.16	0.11	0.18	0.14	0.14	0.12
<b>Green Beans</b>	0.12	0.12	0.13	0.13	0.11	0.13
<b>Onion</b>	0.12	0.10	0.12	0.10	0.10	0.16



<b>Green Pepper</b>	0.14	0.14	0.16	0.12	0.11	0.16
<b>Corn</b>	0.10	0.09	0.11	0.12	0.10	0.10
<b>Celery - root</b>	0.12	0.13	0.15	0.16	0.14	0.15
<b>Celery - leaves</b>	0.13	0.14	0.13	0.09	0.08	0.14
<b>Banana</b>	0.11	0.12	0.12	0.11	0.10	0.12
<b>Service tree Pear</b>	0.15	0.11	0.13	0.13	0.13	0.13
<b>Black currant</b>	0.11	0.10	0.11	0.17	0.15	0.15
<b>Blueberries</b>	0.13	0.13	0.18	0.10	0.10	0.12
<b>Average</b>	0,12	0,12	0,14	0,13	0,12	0,14

### Conclusion

1. All tested varieties and hybrids of apples and their juices have low radioactivity in accordance with regulations. The common radiation background for the Kyustendil region is 0.16  $\mu\text{Sv/h}$  (as a there is a fluctuation from 0.10 to 0.20  $\mu\text{Sv/h}$ ), and less often it is outside these norms. The diagram shows that to some extent there is a relationship between the total radiation background and the radioactivity of the fruits, but their radioactivity is significantly lower than the common radiation background.

2. With few exceptions, the radioactivity of the juice directly depends on the radioactivity of the fruit, with a slight decrease in the values and in the juice, probably part of it remains in the pressed fruit mass.

3. It can be concluded that the radioactivity of the fruits and the juice have some dependence on each other as in varieties with higher values of the measured technical parameters the fruits have a higher natural radioactivity.

4. There is no increasing of the values of the common radiation background and radioactivity of the fruits and vegetables during 2022, compared with year 2020. The average radiation values of the fruits and vegetables are almost equal, and average radiation values of the produced juices are equal.

### Reference:

1. Narvaiz, P., Graciela Lescano, P., LuciaKaupert, N. (1988). Preservation of apples by irradiation, Food Chemistry, Vol. 27, Issue 4, 1988, Pages 273-281.

2. Al-Bachir, M. (1999). Effect of gamma irradiation on storability of apples (*Malus domestica* L.), Plant Foods for Human Nutrition, vol. 54, pages1–11(1999).

3. Bhushan, B., Thomas, P. Quality of apples following gamma irradiation and cold storage. *Journal International Journal of Food Sciences and Nutrition* , Volume 49, 1998 - Issue 6, Pages 485-492.

4. Dolchinkov, N. (2018). Radioactive contamination monitoring – factor of nuclear bulgarian safety. *Proceedings Annual University Scientific Conference, Veliko Turnovo, Bulgaria, June, 2018 г.* (In Bulgarian with English abstract)

5. Dolchinkov, N. (2018). Sources of natural background radiation, *Security and Defence Quarterly* 3 (2017) (2017: 3 (18)).

6. Dolchinkov, N. (2017). Radiation Background of the Atmosphere, Soil and Water in Bulgaria and Its Monitoring in the Contemporary Political Conditions. *Conference: Technics, technologies, education, safety 2017, Veliko Tarnovo, Bulgaria, Volume: 1.*

7. Sotirov, A., Malwood, D., Pistalov, N. (2014). Factors, influencing on the common radiation background. *Proceedings Annual University Scientific Conference, Veliko Turnovo, Bulgaria, July 2014, 35-39.* (In Bulgarian with English abstract)

8. Sotirov, A. (2013). Radiological control of town Kyustendil. *Proceedings Annual University Scientific Conference, 27-28 June, Veliko Turnovo. 91-97.* (In Bulgarian with English abstract)

9. Sotirov, A., Vezenkova, R., Pistalov, N., Savova, S., Stanchev, L., Rasulski, T. (2013). Environmental monitoring of the environment in town Kyustendil. *Journal of Ecological Engineering and Environmental Protection*, 1, 19-28. (In Bulgarian with English abstract)

10. Sotirov, V., Sotirov, K., Sotirov, A. (2019). Place of Environmental Monitoring in the Sustainable Development Diagram, VII-th National Students Science Conference “From the Atom to the Cosmos“, 17-18 May 2019, Shumen University „Episkop Konstantin Preslavski“, Faculty of Natural Sciences.

11. Sotirov, A. (2014). Environmental monitoring of town Kyustendil Bulgaria. *E3 Journal of Environmental Research and Management*, Vol. 5(2). pp. 019-041.

12. Sotirov, A. (2020). Radiological measurements of fruits - apples from region Kyustendil, Bulgaria intended the food industry, season autumn 2020. *Proceedings Scientific Forum "Radiation safety in the modern world "Vasil Levski" National Military University, 20 November 2020, Veliko Turnovo, Bulgaria.*

***Address for correspondence:***

*Антон Сотиров, независим изследовател, E-mail: [sotirov\\_anton@hotmail.com](mailto:sotirov_anton@hotmail.com)*

DOI: 10.34660/INF.2023.62.42.052

**РАДИОАКТИВНОСТ НА ВОДАТА ОТ РАЗЛИЧНИ  
ВОДОИЗТОЧНИЦИ В КЮСТЕНДИЛСКИЯ КРАЙ И  
СРАВНЕНИЕ С ДАННИТЕ ОТ ПРЕДИШНИ ГОДИНИ**

**Антон Сотиров**

**Независим изследовател**

**RADIOACTIVITY OF WATER FROM DIFFERENT WATER  
SOURCES IN THE KYUSTENDIL REGION AND  
COMPARISON WITH DATA FROM PREVIOUS YEARS**

**Anton Sotirov**

**Independent Researcher**

***Abstract:** Radioactivity of some water sources around the town of Kyustendil, Bulgaria was measured through Geiger instrument. Radiation of river water, drinking water and mineral water were measured for radiation during and the data is compared with the measurements previous years. The radiation background in Kyustendil during the studied period had been normal. Common background in this area varies between 0,16-0,20  $\mu\text{Sv/h}$ . The aim of the study is to figure out if there is increasing of the values of radiation of the common background and water resources of the town. As a result of the measurements implemented it was found that there is no difference between radiation values measured previous years and values measured during year 2022.*

***Key words:** radioactivity, water, rivers, environmental monitoring*

**Методика**

Радиологичен контрол в България се упражнява от Национална автоматизирана система, която наблюдава радиационния гама фон, но също така радиационната обстановка в страната се следи и в определени мрежи от пунктове за въздух, почви, повърхностни и подземни води над отвали от уранодобивната, миннодобивната и топлоенергийна промишлености и в населени места в близост до тях. Данни за възможните източници на

радиация, състояние на водите в България и радиологичния мониторинг дават [1,2,3]. Публикувани данни за състоянието на околната среда в град Кюстендил дават [4,5,6,7].

В настоящата научна разработка е поставено за цел да се измерят общия радиационен фон и радиоактивността на питейните, речните и минерални води в Кюстендил през есента на 2022 г. и данните да се сравнят с тези от измерванията през минали години. Измерванията са извършени с гайгеров брояч на терен на място (*in situ*).

### Резултати и дискусия

От таблица 1 се вижда, че радиационната обстановка в град Кюстендил през 2022 г. е много по-спокойна, в сравнение с 2009 г. След почистването на незаконното сметище в пункт 1, където реката навлиза в града, стойностите на общият радиационен фон и на радиоактивността на водата се върнаха в нормалните си стойности.

*Таблица 1. Радиоактивност на водата на река Баница в 3 километровия градски интервал*

№	Местоположение	Общ радиационен фон, $\mu\text{Sv/h}$ 2009 г. [5]	Радиоактивност на водата, $\mu\text{Sv/h}$ 2009 г. [5]	Общ радиационен фон, $\mu\text{Sv/h}$ 2022 г.	Радиоактивност на водата, $\mu\text{Sv/h}$ , 2022 г.
1	Вход на реката в града	0.12	<b>0.36</b>	0,16	0,17
2	2-ри мост	0.24	<b>0.32</b>	0,14	0,16
3	Между 2-ри и 3-ти мост	0.20	0.20	0,15	0,18
4	3-ти мост	0.20	0.12	0,16	0,15
5	Между 4-ти и 5-ти мост	0.16	0.16	0,15	0,14
6	5-ти мост	<b>0.36</b>	0.12	0,17	0,18
ба	Покрит интервал на реката	0.08	<b>0.32</b>	0,18	0,20
7	След покрития интервал	0.12	0.24	0,16	0,19
8	6-ти мост	0.20	0.20	0,16	0,14
9	7-ми мост	0.22	0.20	0,15	0,15
10	8-ми мост	0.24	0.08	0,13	0,17
11	След 8-ми мост	0.24	0.16	0,12	0,19
12	Изход на реката от града	0.08	0.24	0,13	0,17

*Таблица 2. Радиоактивност на питейните, минерални и изворни води в град Кюстендил и някои околности, ( $\mu\text{Sv/h}$ )*

Извършено измерване на:	2009 [5] $\mu\text{Sv/h}$	2022 $\mu\text{Sv/h}$
Радиоактивност на питейна вода от ВИК мрежа -Изток	0,20	0,14
Радиоактивност на питейна вода от ВИК мрежа - Запад	0,20	0,14
Радиоактивност на балнеологична минерална вода –Кюстендил	0,04	0,10
Радиоактивност на питейна минерална вода - с. Невестино	0,20	0,20
Радиоактивност на изворна вода местност „Три буки”	0,16	0,16

От таблица 2 се вижда, че и радиоактивността на различните видове изследвани води е с ниски стойности. Само извиращата от голяма дълбочина и преминаващата през гранитни скали минерална вода в село Невестино запазва по-високите си стойности, но в нормите под 0,30-0,36  $\mu\text{Sv/h}$ .

#### Заклучение

В заключение от направените измервания може да се каже, че радиационната обстановка в град Кюстендил е нормална. Общия радиационен фон варира около нормалните стойности от 0,12-0,18  $\mu\text{Sv/h}$ .

Радиоактивността на повърхностнотечащите води – река Банщица е нормална за природни води, като варира между 0,14-0,20  $\mu\text{Sv/h}$ .

Изследваните изворни питейни и минерални води, както и питейните води от двата кръга на водопреностата мрежа са с нормални стойности на радиация, която напълно отговаря на естествения радиоактивен фон на град Кюстендил 0,14  $\mu\text{Sv/h}$ . Радиоактивността на почвите в града също отговаря на нормалните стойности.

Основен извод от настоящата научна разработка е, че няма завишаване на нивата на радиация в района на град Кюстендил, дори обратното, след взетите мерки за околната среда се наблюдава леко занижение на стойностите, в сравнение с 2009 г.

## Литература

1. Dolchinkov, N. (2018). Radioactive contamination monitoring – factor of nuclear bulgarian safety. Proceedings Annual University Scientific Conference, Veliko Turnovo, Bulgaria, June, 2018 г. (In Bulgarian with English abstract)
2. Dolchinkov, N. (2018). Sources of natural background radiation, Security and Defence Quarterly 3 (2017) (2017: 3 (18)).
3. Dolchinkov, N. (2017). Radiation Background of the Atmosphere, Soil and Water in Bulgaria and Its Monitoring in the Contemporary Political Conditions. Conference: Technics, technologies, education, safety 2017, Veliko Tarnovo, Bulgaria, Volume: 1.
4. Sotirov, A., Malwood, D., Pistalov, N. (2014). Factors, influencing on the common radiation background. Proceedings Annual University Scientific Conference, Veliko Turnovo, Bulgaria, July 2014, 35-39. (In Bulgarian with English abstract)
5. Sotirov, A. (2013). Radiological control of town Kyustendil. Proceedings Annual University Scientific Conference, 27-28 June, Veliko Turnovo. 91-97. (In Bulgarian with English abstract)
6. Sotirov, A., Vezenkova, R., Pistalov, N., Savova, S., Stanchev, L., Rasulski, T. (2013). Environmental monitoring of the environment in town Kyustendil. Journal of Ecological Engineering and Environmental Protection, 1, 19-28. (In Bulgarian with English abstract)
7. Sotirov, A. (2014). Environmental monitoring of town Kyustendil Bulgaria. E3 Journal of Environmental Research and Management, Vol. 5(2). pp. 019-041.

### *Address for correspondence:*

*Антон Сотиров, независим изследовател, e-mail:  
sotirov\_anton@hotmail.com*

DOI: 10.34660/INF.2023.93.89.053

## ВЛИЯНИЕ НА УЛТРАВИОЛЕТОВАТА СВЕТЛИНА ВЪРХУ ЧОВЕКА И ОКОЛНАТА СРЕДА

Йоана Иванова

## INFLUENCE OF ULTRAVIOLET LIGHT ON HUMANS AND THE ENVIRONMENT

Joanna Ivanova

***Abstract:** A coronary virus pandemic in the last 2 years has found humanity unprepared to act in such conditions. Scientists do not have a ready answer on how to counteract this type of virus, they predict an effective vaccine against it. Vaccines have been used, but they are highly skeptical due to a lack of clinical trials. The years required to be proven with a certain efficiency. Studies of this type of virus from previous years and other similar viruses have shown that the effects of UV light on the virus and the destruction or significant reduction of its viability. The effectiveness of the effects of ultraviolet light on viruses has been proven since the last century and can be used to combat the effects of viruses and their destruction.*

***Key words:** ultraviolet light, virus, COVID-19, disinfection, exposure.*

### УВОД

УВ лъчи са най-активно действащата част от спектъра на светлинната. Те оказват въздействие върху целия организъм. Тези лъчи усилват кръвообращението и лимфообращението, повлияват обмяната на веществата. УВ-лъчите имат най-висока енергия, в сравнение с видимите и инфрачервените лъчи. Тези лъчи предизват фотоелектричен ефект, фотобиологични и фотохимични реакции в организма. Фотохимичните реакции са: фотойонизация, фотополимеризация, фотоокислителни и фоторедукционни процеси, фотоизомеризация. Тези процеси водят до т.нар фотобиологични процеси в човека – образуване на витамин D. УВ-лъчите се използват за профилактика и лечение на много заболявания. Те отключват редица нервно-рефлекторни механизми и повишават защитните сили на организма. Под въздействието на УВ-лъчи се повлиява калциево-фосфорната обмяна, стимулира се еритропоезата, стимулират се надбъбречните и половите жлези и др [4, 12].

Светлината представлява електромагнитни вълни с определена дължина на вълната. Към светлината се включват видимите лъчи, УВ-

лъчите и инфрачервените лъчи. Тя има корпускулярно-вълнов характер, т.е. проявява се като поток от фотони и едновременно с това притежава вълнови свойства. Големината на енергията на частиците е обратнопропорционална на дълбочината им на проникване. При по-малка дължина на вълната, лъчите имат по-голяма енергия, и малка дълбочина на проникване. Дълбочина на проникване на УВ-лъчите е под 1мм [3, 10].

## ХАРАКТЕРИСТИКА И ОСОБЕНОСТИ НА УЛТРАВИОЛЕТОВИТЕ ЛЪЧИ

### *Откриване на ултравиолетовите лъчи.*

Откриването на ултравиолетовите лъчи е свързано с наблюдението, че сребърните соли (като сребърните халогениди и др.), използвани по-късно във фотографията, потъмняват, когато върху тях попадне слънчева светлина. През 1801г. германският физик Йохан Рихтер, независимо от англичанина У.Х.Уулъстън открива невидими за човешкото око лъчи, намиращи се непосредствено до виолетовата част на видимия спектър, които подобно на останалите познати видими лъчения се отразяват и пречупват. По-късно се изяснява, че тези лъчи, наречени ултравиолетови, заемат една твърде обширна зона от оптичестката част на спектъра на електромагнитните вълни, граничеща с рентгеновите лъчи.



*Фиг. 1. Йохан Рихтер*

Ултравиолетовото лъчение е разновидност на лъчистата енергия, която има дължина на вълната от 9 до 400nm. От цялата тази област за фотографски и физични методи за изследване се използват само лъчите с дължина на вълната от 400 до 120nm, защото по-късновълновите ултравиолетови лъчи се поглъщат силно от всички познати материали, включително и от въздуха, и затова могат да се получат само в специални вакуумни уреди. Йохан Вилхелм Ритер забелязва, че виолетови лъчи на самата граница на видимия спектър особено ефективно предизвикват потъмняване на хартия, на киснатата в сребърен хлорид [1, 9]. Ритер ги нарича



„оксидиращи лъчи“ поради стимулираните от тях химични реакции, разграничавайки ги от „топлинните лъчи“ (както тогава са известни инфрачервените лъчи) в другия край на видимия спектър. Скоро се възприема по-простият термин „химически лъчи“, който се използва до края на XIX век. След това термините „химически“ и „топлинни лъчи“ са заменени съответно от „ултравиолетово“ и „инфрачервено“ излъчване.

Вакуумното ултравиолетово излъчване (с дължина на вълната под 200 nm), което се наблюдава по-трудно, тъй като до голяма степен се поглъща от въздуха, е открито през 1893 година от германеца Виктор Шуман.

#### *Определение за ултравиолетовите лъчи*

Ултравиолетовите лъчи (UV) са електромагнитно излъчване с дължина на вълната по-малка от тази на видимата светлина, но по-голяма от тази на рентгеновите лъчи, между 10 и 400 nm, и с енергия между 3,10 и 124 електронволта. Наименованието им идва от факта, че тази част от спектъра включва честотите, непосредствено след тези, идентифицирани от хората като виолетов цвят. Както личи от името, те са невидими за човешкото око.

Ултравиолетовото излъчване се съдържа в спектъра на слънчевата светлина, а в земни условия може да се генерира от електрическите дъги или от предназначени за тази цел лампи. Макар и да е класифицирано като нейонизиращо излъчване, то може да предизвиква някои химични реакции, а при някои вещества и флуоресценция. В ежедневието най-честата проява на ефекта на ултравиолетовите лъчи на Слънцето е в предизвикването от тях слънчево изгаряне, но те имат и много други ефекти върху човека, както полезни, така и вредни. Голяма част от веществата, които са прозрачни за видимата светлина, не са прозрачни за ултравиолетовите лъчи. Дължината на вълната на лъчението влияе силно върху отражението, поглъщането и преминаването на ултравиолетовите лъчи. Например обикновеното стъкло с дебелина 7мм различно пропуска ултравиолетовите лъчи с дължина на вълната 366 nm – 90%; с дължина на вълната 314 nm – 14% и с дължина на вълната 313 nm – по – малко от 1%.

Областта от спектъра на ултравиолетовите лъчи между 400 и 120 nm условно се разделя на три части. Най-близката област от ултравиолетовото лъчение в граници с дължина на вълната от 320 до 400 nm е лъчение, което широко се използва за луминесцентен анализ, а също и за възбуждане на луминесценция при някои вещества. Средната област за ултравиолетовата радиация – в граници с дължина на вълната от 275 до 320 nm, се характеризира със способността да предизвиква пигментиране на човешката кожа и благотворно действие в определени дози върху растежа и развитието на животните и растенията. Още по-късовълновата област от ултравиолетовото лъчение – в граници с дължина на вълната от 120 до 275 nm, се характеризира със свойството си да озонира въздуха и с това да убива микроорганизмите. Тази област от ултравиолетовото лъчение се използва

за получаване на видима светлина при луминисцентните лампи. Делението на спектъра на ултравиолетовите лъчи на такива области е твърде условно, защото свойствата на ултравиолетовото лъчение, които се приписват на дадена област, са присъщи в по-малка степен и на съседните зони.

➤ **Ултравиолетов спектър**

Спектърът на ултравиолетовото излъчване се подразделя по различни начини в различните области на науката и техниката. Предварителният стандарт на Международната организация по стандартизация ISO-DIS-21348, предназначен за определяне на слънчевата радиация, описва следните диапазони:

*Таблица 1. Спектър на ултравиолетовата светлина*

Название	Съкращение	Вълнов обхват	Енергия на фотона
Ултравиолет А (дълги вълни, черна светлина)	UVA	400 nm – 315 nm	3,10 eV – 3,94 eV
<b>Близък ултравиолет</b>	NUV	400 nm – 300 nm	3,10 eV – 4,13 eV
Ултравиолет В (средни вълни)	UVB	315 nm – 280 nm	3,94 eV – 4,43 eV
<b>Среден ултравиолет</b>	MUV	300 nm – 200 nm	4,13 eV – 6,20 eV
Ултравиолет С (къси вълни, дезинфекционни)	UVC	280 nm – 100 nm	4,43 eV – 12,4 eV
<b>Далечен ултравиолет</b>	FUV	200 nm – 122 nm	6,20 eV – 10,2 eV
<b>Вакуумен ултравиолет</b>	VUV	200 nm – 100 nm	6,20 eV – 12,4 eV
<b>Долен ултравиолет</b>	LUV	100 nm – 88 nm	12,4 eV – 14,1 eV
<b>Суперултравиолет</b>	SUV	150 nm – 10 nm	8,28 eV – 124 eV
<b>Краен ултравиолет</b>	EUV, XUV	121 nm – 10 nm	10,2 eV – 124 eV

Във фотолитографията и лазерната техника терминът дълбоки ултравиолетови или DUV се отнася за лъчения с дължина под 300 nm. Вакуумните ултравиолетови лъчи се наричат така, тъй като се поглъщат от въздуха и за да се използват за практически цели (например в спектрофотометрите), е необходимо да се осигури камера с вакуум. В дълговълновата част на този диапазон основното поглъщащо вещество е

кислородът, поради което в него може да се работи в безкислородна атмосфера, обикновено чист азот.

Разположена в невидимия за човешкото око спектър, UV светлината се разделя на 3 основни спектъра, според дължината на вълната - А - 400 ~ 315 nm ; В - 315 ~ 280 nm; С - 280 ~ 100 nm. В зависимост от дължината на вълната, приложенията също се различават. В ежедневието ни най-често използваме тип А, тъй като той е свързан с лечение, възстановяване и разкрасяване на нокти, зъби, а като рекламно осветление може да се използва, за да накара бялото да изглежда още по-бяло. UV тип В и С се използват основно за стерилизация и дезинфекция.

UV лъчите се разделят на три подспектъра:

- **UVA** – пигментообразуващи или дълговълнови (400-320 nm)
- **UVB** – еритемогенни, витамин D образуващи или средновълнови (320-280 nm)
- **UVC** – бактерицидни или късовълнов сектор (280-100 nm)

**UVA** или сектор А лъчи – установено е, че тялото има регионална чувствителност на кожата спрямо лъчите от този сектор. С най-голяма чувствителност са коремната и лумбалната област (областта на кръста). С по-малка чувствителност е кожата на гърба и гърдите. Следват сгъвните повърхности на крайниците, разгъвните повърхности на крайниците. Най-малка е чувствителността на лице, глава и крайните части на крайниците. Съществува и сезонна чувствителност. По-висока е чувствителността през зимата и пролетта, а по-малка през лятото и есента. Светлата кожа е по-чувствителна към ултравиолетовите лъчи. Типична среда за употреба на UVA е за по-скорошно втвърдяване на материали като мастило, смола и др. в автомобилната, печатарската, мебелната и др. индустрии.

**UVB** или сектор В лъчи - отговорни са за еритемната реакция и образуването на витамин D в кожата. Предпочита се естествения начин за образуване на витамина с UV профилактика, а не под формата на таблетки, особено при бременни. В медицината UVB се прилага за лечение на петна по кожата, дерматити, заздравяване на кожата, индиректно за подобряване на съня и още много други. Чрез използването на този тип светлината, значително се намалява времето за производство, като същевременно се увеличава качеството на произвежданата медицинска апаратура.

**UVC** или сектор С – това са т.нар. бактерицидни (унищожаващи бактериите) лъчи. Характерно е, че по-висшите микроорганизми са по-резистентни от низшите. Микроорганизмите са най-чувствителни във фазата на делене, а в споровата фаза са най-резистентни. UVC лъчите са доказано канцерогенни – предизвикват рак на кожата. UV тип С стана особено важна в началото на 2020 г., заради пандемията от COVID-19. Заради малката дължина на вълната тази ултравиолетова светлина се използва за унищожаване на всякакъв вид микроорганизми, бактерии и

вируси. UVC светлината се използва за дезинфекция на въздух, вода, хирургически инструменти и помещения. Вероятно използването на този тип ултравиолетова светлина ще продължи да набира популярност в ежедневието ни.

### **Източници на ултравиолетова светлина**

#### **➤ Естествени източници**

Слънцето излъчва в ултравиолетовия спектър в UVA, UVB и UVC диапазоните, но озоновият слой пропуска в земната атмосфера едва 1 – 3% от това излъчване. UVB и UVC излъчването участва в химичните реакции, довели до образуването на самия озон слой, но 98,7 % от ултравиолетовата радиация, достигаща до повърхността на Земята е в UVA диапазона. Сравнени със Слънцето, особено горещите звезди излъчват и относително повече ултравиолетови лъчи. Например най-масивната известна към 2010 година звезда R136a1 има топлинна енергия от 4,57 eV, попадаща в близкия ултравиолетов диапазон. Слънцето е най-мощен естествен източник на ултравиолетовото лъчение.

Поради голямото разсейване на ултравиолетовите лъчи в земната атмосфера до земната повърхност достигат само 5% от дълговълновата зона на слънчевото ултравиолетово лъчение с дължина на вълната на места с по-голяма надморска височина до 290 nm, а за тези , които са по-близко до морското равнище – до 300 nm. Земната атмосфера пропуска 70 % от ултравиолетовите лъчи при дължина на вълната 400 nm, а за дължина на вълната 200 nm – 5%. По – късовълновите ултравиолетовите лъчи се поглъщат напълно от озона, който е в относително по-голямо количество в стратосферата.

Количеството на ултравиолетовата радиация при земната повърхност зависи от положението на Слънцето над хоризонта. Ето защо през декември до Земята достигат сто пъти по-малко ултравиолетови лъчи, отколкото през лятото. В зависимост от височината на Слънцето се изменя също и спектралното разпределение на ултравиолетовата радиация. Колкото положението на слънцето е по- близко до хоризонта, толкова слънчевата радиация е по – бедна на късовълнови лъчения. При височина на Слънцето на 1 градус над хоризонта в състава на слънчевото лъчение, което достига до земната повърхност, липсват лъчи с по- малко дължина на вълната от 420 nm, т.е. ултравиолетовите лъчи напълно липсват в спектъра на слънчевата светлина на изгряващото или залязващото слънце [1, 13].

#### **➤ Лампи за черна светлина**

Лампите за черна светлина излъчват предимно дълги ултравиолетови вълни и много малко количество видима светлина. Те се появяват в началото на XX век, като първите разновидности са обикновени крушки с нажежаема жичка, но със специално стъкло с никелов оксид (стъкло на Ууд), което почти не пропуска видима светлина с дължина на вълната над 400 nm. При

тези лампи излъчването има максимална интензивност при дължина на вълната 365 nm. Макар и относително евтини, лампите с нажежаема жичка са изключително неефективен източник на ултравиолетова светлина, тъй като по-малко от 0,1 % от консумираната енергия отива за генериране на излъчване в ултравиолетовия диапазон.

Голямата енергоемкост е свързана и със силно нагряване по време на работа. По-късно се появяват луминесцентни лампи, при които излъчването на ултравиолетови вълни се постига чрез подбор на луминесциращото вещество. За излъчване с максимална интензивност при дължина на вълната 368 – 371 nm обикновено се използва стронциев флуороборат с примеси на европий (SrB<sub>4</sub>O<sub>7</sub>F:Eu<sup>2+</sup>) или стронциев борат с примеси на европий (SrB<sub>4</sub>O<sub>7</sub>:Eu<sup>2+</sup>), а за излъчване с максимална интензивност при дължина на вълната 350 – 353 nm – бариев силикат с примеси на олово (BaSi<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:Pb<sup>+</sup>). Луминесцентните лампи могат да използват стъкло на Ууд или обикновено стъкло, като във втория случай излъчват повече видима светлина и при работа изглеждат светлосини. Към тях се отнасят живачните лампи с ниско налягане и с дължина на вълната = 254 nm, живачните лампи с високо налягане и максимум на излъчване при дължина на вълната = 365 nm и живачните лампи със свръхвисоко налягане и максимум на излъчване при дължина на вълната = 315 nm.

Мощни източници на ултравиолетова радиация са някои импулсни лампи. За източници на ултравиолетово излъчване в средния и дълговълновия диапазон могат да се използват луминесцентни лампи, водородни, ксенонови и електрически лампи със свръхвисоко налягане. Живачни лампи с високо налягане. Използват дъгов разряд в живачни пари при налягане 400 – 700 mm Hg. Лампите са напълнени с малко количество живак, който осигурява необходимото налягане на парите. За да се облекчи запалването и удължи срокът на работа на катодите, в лампата се вкарва аргон под налягане 10 – 12 mm Hg. Живачните лампи с високо налягане се произвеждат в стъклени или в кварцови тръби. Те дават линеен спектър на излъчване.

За генериране на ултравиолетово излъчване могат да се използват и светодиоди, макар че те рядко се използват за дължини на вълната под 365 nm. Ефективността на светодиодите при 365 nm е около 5 – 8 %, докато при дължина на вълната 395 nm е близо 20 %. Използват се и ултравиолетови газоразрядни лампи.

### ➤ Лазери

Обикновеното стъкло е полупрозрачно за UVA и непрозрачно за по-късите вълни, докато кварцовото стъкло, в зависимост от качеството, може да бъде прозрачно дори за вакуумните дължини на вълната. През обикновеното прозоречно стъкло преминава около 90 % от светлината над 350 nm, но над 90 % от светлината под 300 nm се блокира. Началото на

вакуумния диапазон, 200 nm, се определя от факта, че под тази дължина на вълната обикновеният въздух е непрозрачен поради значителното поглъщане. За разлика от въздуха, чистият азот (с по-малко от 0,001 % кислород) е прозрачен и в диапазона 150 – 200 nm, което има голяма практическа важност при производството на полупроводници. Ако се работи в газова среда без кислород се избягва нуждата от създаване на вакуум в оборудването [4, 7].

Крайните ултравиолетови вълни се характеризират с промяна във физиката на взаимодействието им с веществото: вълните, по-дълги от около 30 nm, взаимодействат главно с електроните от валентната обвивка на атома, а по-късите от 30 nm – главно с атомното ядро и електроните от вътрешните обвивки. Горната граница на този диапазон се определя от изявената спектрална линия на He<sup>+</sup> при 30,4 nm. Крайните ултравиолетови вълни се поглъщат от повечето известни материали, но е възможно да се създаде оптично покритие, отразяващо до 50 % от тях. Тази технология се използва при създаването на телескопи за наблюдение на Слънцето, както и в областта на нанолитографията.

## **ВЛИЯНИЕ НА УЛТРАВИОЛЕТОВАТА СВЕТЛИНА ВЪРХУ ЧОВЕКА И ОКОЛНАТА СРЕДА.**

*Приложение на ултравиолетовата светлина в медицината*  
Надеждите на учените за справяне с различни вирусни заболявания са в ултравиолетово лъчение с изключително къси вълни. Те са част от естествения електромагнетичен спектър, който се излъчва от слънцето. За разлика от други подобни УВ лъчи, те обаче изцяло се абсорбират от атмосферата. Поради тази причина, наречената UVC ултравиолетова светлина на земята се съдържа само в естествени източници и до сега се използват основно за дезинфекция в химически лаборатории.

Ултравиолетови лампи с UVC действат смъртоносно на бактерии, гъбички, вируси на грип и шарка. Богатото на енергия на лъчение унищожава не само протеините им, но и генетичната информация. От десетилетия повърхности, помещения, вентилационни системи и питейна вода се почистват с ултравиолетови лампи за дезинфекция.

Следващата крачка на учените е използването на UVC лъчите с определена дължина в непосредствена близост до човека за борба с корона вирусите, с което да се избегнат бъдещи пандемии. За целта специално създадени ултравиолетови лампи против вируси трябва да унищожават зловредните причинители в детски градини и ресторанти, транспортни средства и гари, в стадиони, офиси и магазини – въобще, навсякъде, където се събират много хора. Идеята е UVC светлината да провежда ефикасна

дезинфекция на въздуха, който дишаме. По-този начин би се елиминирал риска от всякакви летящи причинители на болести.

Спорно все още остава влиянието на UVC върху човешкото тяло. Лъчите тип UVA и най-вече UVB повреждат човешкото ДНК и причиняват рак на кожата. Поради тази причина дерматолози ни препоръчват да се мажем със слънцезащитен крем и да избягваме посещения в солариум. UVC също могат да причинят изгаряния на кожата и да повредят роговицата на очите. Дискусията на учените се фокусира върху конкретната дължина на UVC вълните, защото те са от съществено значение за въздействието им върху човешкия организъм [3, 12].

На пазара отдавна се предлагат ултравиолетови лампи за дезинфекция с по-евтината за производство UVC светлина с дължина 254 нанометра. При тези уреди, лъчението е защитено и не напуска корпуса на лампата. UV лъчи не излизат навън, което вероятно ограничава и ефективността на почистване на въздуха и извършва дезинфекция само на частта, която преминават през уреда. Съществуват и отворен тип лампи, но експертните мнения за тях са разнопосочни.

Източниците на фототерапия за UV-лъчите са луминисцентни. Те биват два вида:

- неселективни – живачно-кварцова лампа. Излъчва всички спектри на светлината, но в най-голяма степен UV лъчи.
- селективни – бактерицидни лампи – излъчват с фиксирана честота – около 254 нанометра.

### **Основните методи за UV-облъчвания**

○ Общо UV облъчване – биодозата се сменя от най-чувствителната част от кожата. При общото облъчване се облъчва цялото тяло – предна и задна повърхност. Използва се схемата за възходящо повишаване на биодозата, т.е. удължаване на времето за облъчване. При общото облъчване се използват от суберитемни дозировки до две биодози. Възможно е приложението на ускорена схема – увеличаването на биодозите става всеки ден с  $\frac{1}{4}$  биодоза, и забавена схема – увеличението на биодозите става през 2-3 дни, като се достига до 2 биодози. Обикновено курса на лечение е 15-20 процедури.

○ Местно облъчване – работи се обикновено с до 5 биодози. При локалното UV облъчване биодозата се сменя от съответната област от тялото. Облъчват се определени полета, като останалите части от тялото се покриват с чаршафи. Еритемните полета са до 500-600 см<sup>2</sup> участъци от кожата. В един ден се облъчват най-много 2 полета до около 800 см<sup>2</sup> от кожата за възрастен. Спазват се границите на облъчване. На поле се правят по 5-6 облъчвания. Дозата на всяка следваща процедура се повишава по

определена схема. Повторението на процедурата обикновено е през интервал от 48 часа.

Необходимо условие е лампата да е работила 10 - 15 мин. преди процедурата, за да се изпари живакът и да започне да флуоресцира. Лампата се насочва перпендикулярно на облъчваната зона. При процедурите се използват защитни очила. Продължителното интензивно облъчване има неблагоприятни ефекти. Затова курсовете на лечение са максимум 3 до 4 седмици.

Тези лъчи намират голямо приложение в медицината. При увреждания на периферните нерви – УВ-лъчите намаляват болката и имат противовъзпалително действие. Също така се прилагат с тубус върху лигавиците на гърлото и на носа, сливиците и кожата на ушния канал. Правят се облъчвания на гърдния кош, за лечение на трахеити, бронхити и бронхиална астма. При псориазис се облъчва окосмената част на главата. При бременни гърдите се облъчват за подготовка за кърменето, а при кърмачки с рагади на зърната се облъчват само на зърната.

Ставите се облъчват за намаляване на болките и при възпалителни процеси в тях. УВ лъчи се прилагат и при хронични рани от съдов произход. УВ-лъчите се прилагат с успех при профилактика на грип и простудни заболявания на горните дихателни пътища, защото повишават устойчивостта на организма.

### **Влияние на ултразвуквата светлина върху човека**

#### **Ултравioletова радиация**

Ултравioletовата радиация се приема за основен рисков фактор за развитие на повечето видове рак на кожата. Слънцето е основен източник на ултравioletова радиация. Тези лъчи имат свойството да увреждат специфични гени в клетките на кожата. Солариумите също излъчват ултравioletови лъчи. Прекомерното излагане на въздействието на ултравioletова радиация повишава риска от заболяване на кожата [2, 8, 17].

#### **Вредни въздействия на UV лъчите върху кожата**

Прекомерното излагане на слънчева светлина предразполага към развитие на ракови заболяване, но това не е единственият вреден ефект на лъчите.

В краткосрочен план ултравioletовите лъчи причиняват зачервяване, изгаряне на кожата и водят до потъмняване на тена ѝ. Зачервяването, изгарянето и „почерняването“ са признак, че на кожата ѝ е навредено.

В дългосрочен план слънчевата светлина води до бързото остаряване на кожата, загуба на еластичността ѝ, появата на тъмни петънца (старчески петна), бръчки. За предканцерогенно изменение се смята появата на образуване от суха, лющеща се, груба, твърда кожа – актинична кератоза.



Когато увреждащият ефект върху гените нарасне до степен, в която организъмът не е в състояние да контролира процеса на образуване на увредени клетки, се развива рак на кожата. Ултравioletовите слънчеви лъчи повишават риска от катаракта и някои други очни заболявания и подтискат имунната защита на кожата. Смята се, че хората със светъл тен на кожата са по-предразположени към тези рискове, което не означава, че вредните лъчи не въздействат на останалите.

В какво се състои вредата на UV лъчите върху кожата? Науката е категорична, че слънцеизлагането е единственият естествен стимул за синтез на витамин D от тялото, а проучванията показват, че прекарването на повече време на открито се свързва с редица положителни ефекти за телесното и психично здраве, в това число по-високи нива на физическа активност, по-добро настроение и по-силно чувство за благоденствие. Защо тогава всички авторитетни здравни органи ни съветват да се пазим от слънцето, а Американското онкологично дружество стига дотам, че препоръчва да си набавяме „слънчевия“ витамин D от добавки?

За слънчевото лъчение понаучному се говори като за „слънчева радиация“, но това е само най-повърхностно описание на неговата същност.

Ултравioletовата радиация пък се дели на няколко подвида в зависимост от дължината на ултравioletовите вълни [1, 8, 9, 14].

UVA разполага с най-малко енергия от всичките видове ултравioletова радиация, но се разглежда като рисков фактор за редица дерматологични и онкологични проблеми, тъй като не се абсорбира от озоновия слой, изложени сме на нея през повечето време от годината и прониква най-дълбоко в кожата (вж. фигурата по-долу), предизвиквайки оксидативен стрес. Добрите марки слънцезащитна козметика задължително включват във формулите си UVA филтри, които предпазват от фотостареене и намаляват риска от рак на кожата. Около 95% от слънчевите лъчи, които достигат земната повърхност, са от този тип.

UVB има значително повече енергия от UVA и поради тази причина е в състояние буквално да изгаря тъканите ни. Под нейно въздействие в клетките ни възникват милиони молекулярни лезии (наранявания), които водят до структурни изменения в молекулата на ДНК. Същите тези лезии предизвикват защитна реакция, изразяваща се в производството на повече меланин в епидермиса – резултатът е повече тен в рамките на няколко дни. Това е типът радиация, която е основен причинител на слънчевите изгаряния и затова доскоро беше във фокуса на традиционните слънцезащитни продукти. На нея се дължат и на повечето очни увреждания, за които ще споменем по-долу. Озонът и други атмосферни компоненти поглъщат над 90% от UVB от слънцето, но абсорбираното количество широко варира според времето от деня, географското положение, сезонът и метеорологичните условия. Редица сведения сочат, че химичните и

въглеродни емисии от 70-те години на миналия век насам са довели до изчерпване на стратосферния озон, а това от своя страна е причина за достигането на значително повече UVB до земната повърхност. Изчислено е, че към момента този тип лъчи отговарят за около 5% от достигащото до нас до нас UV лъчение.

Трябва да отчетем, че слънцето не е единственият източник на UV радиация, въпреки че е основен такъв. Човешките тела поемат ултравиолетово лъчение и от някои изкуствени източници в това число солариуми, кварцови и живачни лампи, някои халогенни и флуоресцентни лампи, както и някои видове лазери.

**Слънчевите лъчи** – ножове с множество остриета

Тъй като ултравиолетовата радиация е способна да уврежда ДНК и клетъчната функция, тя е предпоставка за редица мрачни неща.

**Слънчеви изгаряния**-Зачервяване, сърбеж, болка, подуване, обриви, гадене, треска – всичко това са проявления на възпалителната реакция към увредата, настъпила в резултат от прекомерно излагане на UV радиация (най-вече UVB).

В нейната основа стои вече споменатият меланин – пигментът, който придава цвета на кожата ни и ни предпазва от слънчевите лъчи, затъмнявайки незащитената слънцеизложена кожа. Количеството произвеждан в епидермиса меланин е генетично предопределено (отличен пример за това са различните раси) и от него зависи дали ще изгорим или по-скоро ще хванем тен. Много е важно да се отбележи, че и двете събития – както изгарянето, така и потъмняването – са признаци за клетъчна увреда, която се „помни“ от кожата ни доживот. Като нагледно доказателство за това могат да бъдат приведени следните кадри, заснети с UV камера [1, 5].

**Рак на кожата**

Раковите заболявания на кожата са най-често срещаният вид рак. Те отговарят за около 50% от всички случаи на рак в световен мащаб. По-голяма част от тях са немеланомни кожни тумори (основно кожен плоскоклетъчен карцином и базално-клетъчен карцином), 90% от които са свързани с UV лъчението от слънцето. Типични локации за тези карциноми са главата, лицето, шията и ръцете – все части от тялото, които са с най-голямо слънцеизлагане. Други проучвания откриват, че раковите заболявания на кожата са силно свързани с конкретни поведения, които излагат хората на слънце и с редица маркери за слънцеизлагане, в това число:

- Прекарване на продължително време на открито по работа или за удоволствие (вкл. плажуване).
- Прекарване на продължително време по бански или оскъдно облекло.
- Местоживеене с висок интензитет на слънцегреене.

○ История на слънчеви изгаряния (повече слънчеви изгаряния означават по-голям риск).

○ Признаци за слънчева увреда по кожата: тъмни петна, актинични кератози (т.нар. соларни или слънчеви кератози – кожни загрубвания и удебелявания, които могат да бъдат преканцерозни) и соларни еластози (лишена от еластичност кожа) [6, 16].

### **Фотостареене**

Благодарение на високата си проникваща сила, UVA радиацията достига до дълбоките кожни слоеве, където уврежда структурните компоненти на кръвоносните съдове и съединителната тъкан, в т.ч. протеините колаген и еластин. Разрушаването на колагеновите и еластинови влакна лишава кожата от пластичност, еластичност, тонус и блясък. Ставаме много по-податливи на натъртвания и наранявания, синините избледняват по-продължително време, а раните зарастват по-бавно.

### **Влияние върху други органи и системи**

Намесвайки се в най-интимните механизми на обмяната, светлината може да промени по характерен начин дейността на различните органи и системи в човешкия организъм. УВЛ въздействат по много по-сложен механизъм, понякога предизвикват противоположни ефекти в зависимост от дозата. Така например, суберитемните дози стимулират регенерацията и подобряват провеждането при заболявания от възпалителен или травматичен характер на периферните нерви. По-големите дози (еритемните) подтискат възбудимостта на периферните нерви, което намира практическо приложение за обезболяване. Върху ендокринната система светлината (ИЧ, В, UV) има стимулиращо действие. Особено характерно е стимулирането на продукцията на тироксин под въздействие на УВЛ. Както беше изяснено вече в настоящото изложение, УВЛ стимулират надбъбрека. По отношение на дихателната система, повишават очистителната функция на белите дробове, в резултат на забавяне и задълбочаване на дишането. Върху храносмилателната система се установява ясно изразена двупосочност в действието им, в зависимост от дозата. Така например, при хипацидитет, суберитемните дози подобряват моториката на стомаха и стомашната секреция [7, 14].

### **Върху имунната система**

Механизмите за стимулиране на имунната система при въздействие с УВЛ могат да бъдат систематизирани в три основни аспекта:

- Чрез дразнене на имунния апарат от продуктите на белтъчния разпад;
- Чрез стимулиране на белтъчния синтез на кръвотворенето;
- Чрез нервно-хуморална регулация, чрез оста хипоталамус – хипофиза – надбъбрек.

### **Влияние на ултравиолетовата светлина върху растенията, животните**

Някои животни, включително птици, влечуги и насекоми (напр. пчелите) виждат в близката ултравиолетова част от спектъра. Много плодове, цветя и семена ярко се отличават по-ярко в ултравиолетово, отколкото в обхвата на човешкото зрение. Скорпионите светят или приемат жълта или зелена окраска под действието на ултравиолетовите лъчи. Много птици имат шарки в перата си, които могат да бъдат наблюдавани само в ултравиолетово, а урината и други секрети на някои животни, включително на човека, се открояват много по-лесно, когато са облъчени с ултравиолетови лъчи.

Растениевъдството е сфера, в която осветлението е особено важно, а UV светлината помага на много съвременни фермери да развиват дейността си без абсолютно никаква естествена светлина, увеличавайки по този начин многократно продукцията си.

Учени установяват забележителна роля на ултравиолетовите лъчи в живота на растенията. След провеждане на многобройни различни експерименти с ултравиолетови лъчи се открива значимостта им за развитието на културите – повишена устойчивост към вирусни заболявания, повишена студоустойчивост, повишаване на добивите и качеството на продукцията.

Според дължината на вълните ултравиолетовите лъчи се разделят на три части:

Най-късовълновите лъчи и в незначителни дози оказват пагубно действие на растенията – листата се деформират и бързо губят жизненост, върховете отмират, разрушават се белтъчините в клетките и настъпва гибел. За щастие тази част от слънчевата радиация почти не достига до земната повърхност и растенията, като се поглъща напълно от озоновия слой на атмосферата. Ето защо, сериозна тревога у хората предизвиква разрушаването му.

Ултравиолетовите лъчи със средна дължина, съставляващи 10-12% от общото количество, способстват за повишаване на студоустойчивостта и закаляването на растенията. Това е особено важно за тези от тях, които се отглеждат в по-високите части – ултравиолетовата светлина им помага да се приспособяват по-добре към неблагоприятните климатични условия и да дават отлична реколта [10, 15, 18].

Ултразвуковите лъчи с най-голяма дължина на вълната са най-значими и изучени най-добре. Те съставляват около 20% от общото количество, проникват лесно в клетките на листата и оказват разнообразни полезни влияния в жизнения цикъл на растенията – забавят издължаването на разсадите, като ги правят по-компактни и със здрава коренова система, подобряват фотосинтезата, способстват за натрупването на витамини в

растенията, помагат им да се справят с прегряването и подобряват опрашването на цветовете. Установено е, че ако поливната вода се облъчи със светлината на ултравиолетова лампа или се остави на действието на слънчевата светлина, то тя ще ускори развитието на растенията и получаването на по-ранна реколта [9, 11, 14].

**Ултравиолетовата светлина е незаменим помощник за разпознаване на фалшиви скъпоценни камъни или банкноти.**

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

За Република България, мониторинга на слънчевата UV радиация е от особена важност, тъй като значима част от населението, занимаваща се със земеделие, строителство и др., е изложена практически целодневно на преките слънчеви лъчи. От друга страна туризмът и курортното дело, развиващи се като важен отрасъл на националната икономика, акцентуват именно върху идеалната комбинация между природни дадености и климатични фактори, основен сред които е точно продължителното слънчево греене.

Всичко това налага в наши дни регулярно да бъде информирана обществеността за необходимостта от дозирано използване на този природен фактор.

## **ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА**

1. <http://www.geophys.bas.bg> – „Слънчева ултравиолетова радиация“
2. <http://www.wikipedia.org> – „Ултравиолетово излъчване“
3. <https://bgledfactory.bg> – „Приложение на ултравиолетовата (UV) LED светлина“
4. <https://sinor.bg> – „Полезната за растенията ултравиолетова светлина“
5. <https://bg.eferrit.com> – „Определение за ултравиолетова радиация“
6. <https://kerchtt.ru> – „Какво е ултравиолетово лъчение - свойства, приложение, защита от ултравиолетово лъчение“
7. <https://www.puls.bg> – „В какво се състои вредата на UV лъчите върху кожата?“
8. Долчинков Н., Коронавирусната пандемия и мерки за ограничаване на разпространението ѝ, Годишна научна конференция на НБУ "Васил Левски" – 27-28 май 2021 г. ISSN 1314-1937 т.3 стр. 172-180;
9. Долчинков Н., Използване на ултравиолетови източници на светлина за унищожаване или намаляване на въздействието на Covid-19, Годишна научна конференция на НБУ "Васил Левски" – 28-29 май 2020 г. ISSN 1314-1937 т.6 стр. 194-204;
10. Долчинков Н., Влияние пандемии на отношения между странами Балканского полуострова, Пандемия как двигател трансформации:

глобално, годинственно и корпоративно управление. Материали международно научно-практическо конференция 25–26 мая 2020 года : сборник статей; под ред. В.И. Добросоцкого. — Москва : РУСАЙНС, 2020. — 150 с. ISBN 978-5-4365-6298-8, стр 57-60;

11. Славчева М., Използване на ултравиолетово светлина за борбата с вирусите, Научна конференция „Радиационната безопасност в съвременния свят“, НВУ „В. Левски“ - гр. В. Търново – 20 ноември 2020 ISSN 2738-7607 Print, ISSN 2603-4689 CD;

12. Харалампиев М., Екологични проблеми, породени от химическо оръжие, Екология и бъдеще. № 1-2р 2011, стр. 37-42, ISSN - 1312-0751;

13. Padarev N., Chemical, biological, radiological and nuclear threats in the hybrid war context, Science. Business. Society. Vol. 4 Issue 3 (2019), ISSN PRINT 2367-8380. Sofia. 2019. pp.118-119;

14. Николова М., Проучване върху ефективността на дезинфекцията с UV лампи и възможности за оптимизиране на тази дейност в лечебните заведения на страната, дисертация, Национален център по заразни и паразитни болести, София, 2019;

15. Васильев А., Ультрафиолетовые светодиоды для борьбы с вирусами, журнал «Электротехнический рынок» №2 2020;

16. Пъдарев Н., Планиране на специалната обработка при химични и биологични опасни събития, Сборник доклади от научна конференция на НВУ „Васил Левски“ “Актуални проблеми на сигурността”, том 6, ВТ, с. 144- 151, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски” ВТ, 2019, ISSN 2367-7465;

17. Директива 2004/108/ЕО на Европейския парламент и на Съвета от 15 декември 2004 година относно сближаването на законодателствата на държавите-членки относно електромагнитната съвместимост и за отмяна на Директива 89/336/ЕИО;

18. Учебник - Озонов слой и ултравиолетови лъчи - здравен и екологичен проблем;

*Адрес за кореспонденция:*

*Йоана Иванова Иванова, Национален военен университет „Васил Левски“, E-mail: yoana.17@abv.bg*

DOI: 10.34660/INF.2023.13.54.054

## НАБЛЮДЕНИЕ В ИНФРАЧЕРВЕНИЯ СПЕКТЪР НА СВЕТЛИНАТА, ПРИБОРИ ЗА НОЩНО ВИЖДАНЕ

Цветелин Цанев

### OBSERVATION IN THE INFRARED SPECTRUM OF LIGHT, NIGHT VISION DEVICES

Tsvetelin Tsanev

***Abstract:** This report examines the nature of infrared light as part of the electromagnetic spectrum. It is shown how the image is obtained during observation and the possibilities for its amplification with optical-electronic converters. The basic instruments for night vision and their application in military and civil affairs are presented.*

***Keywords:** infrared light, spectrum, binoculars, night vision devices, lens*

#### Увод

През 1800 г. английският физик и астроном Уилям Хершел изследвал с чувствителен термометър топлинното действие на отделните части от спектъра на бялата светлина и установил, че термометърът показва най-висока температура в областта след червената светлина. Това показва, че в тази невидима за човешкото око област има лъчи. Те са наречени инфрачервени („подчервени“) лъчи. Често инфрачервените лъчи носят наименованието топлинни лъчи, поради силно изразения топлинен ефект върху човешката кожа при доближаване до силно нагreti тела, които са основните източници на инфрачервено излъчване. При това дължината на вълната на излъчването от нагрятото тяло зависи обратно пропорционално от температурата му: колкото температурата е по-висока, толкова по-къса е дължината на вълната и по-висок интензитетът на излъчването [5, 8].

В последните години се забелязва съществено увеличаване на производството и използването на разнообразни уреди за нощно виждане (УНВ). Това е свързано с намаляване на цените, постоянно подобряване на техническите параметри на уредите и разширяване на областите на приложение не само за военни, но и за граждански цели. Във военните приложения УНВ масово се използват в почти

всички дейности – управление на бойни машини, самолети, хеликоптери, танкове, морски съдове, транспортни машини водене на бойни действия в нощни условия – стрелба, патрулиране, разузнаване.

Инфрочервени лъчи са електромагнитни вълни с дължина от около 760 nm до към 2 mm. Те са невидими и безвредни за човешкото око и създават усещане за топлина-наричат ги още топлинни вълни. Около 50% от излъчването на Слънцето и около 90% от излъчването на лампата с нагреваема жичка е в инфрочервената област. Инфрочервени лъчи излъчват телата, чиято температура е  $T < 5000$  K.

Инфрочервените спектри приличат на тези от видимата светлина, т.е биват линейни, ивични и непрекъснати, в зависимост от източника им. Инфрочервените лъчи се регистрират, чрез преобразуване на енергията им в друг вид енергия. В топлинните приемници лъчението повишава температурата на термочувствителен елемент. Във фотоелектричните приемници инфрочервените лъчи предизвикват появата или промяната на електричното напрежение. Чрез метода термография може инфрочервените лъчи да се превръщат във фотографски образ [1, 4].

По поглъщането на инфрочервеното лъчение в земната атмосфера може да се установи концентрацията на водни пари, въглероден оксид и други газове.

Инфрочервените лъчи се прилагат при Светлолечение. Светлолечението е раздел на физикалната терапия, който обхваща приложението на инфрочервените, видимите и ултравиолетовите лъчи от светлинния спектър за лечебни и профилактични цели. Носителите на по-голяма квант енергия водят до по-значително нарушаване на енергийното равновесие на молекулата, която изпада в електронно- възбудено състояние на по-високо енергийно ниво, респ. до избиване на електрон, тоест предизвиква се фотоелектричен ефект. В това състояние на възбуда органичната молекула влиза по-лесно във фотохимични реакции. Фотохимичните реакции зависят от погълнатата енергия. Образуването на фотохимични вещества зависи от интензитета и времето на въздействие на лъчите. И докато при въздействие с ИЧ и ВЛ се образува топлина под въздействието на ултравиолетовите лъчи се отключват фотохимични реакции, които са начални звена за редица биохимични и биологични процеси в живия организъм.

Биологично действие оказва само погълнатата енергия. Дълбочината на проникване на светлинната енергия зависи от дължината на вълната и оптичните свойства на средата. Ултравиолетовите лъчи проникват, в зависимост от дължината на вълната, от 0,1 до 0,6 mm. Независимо от вида му, всеки фотобиологичен процес може да се представи със следната схема: поглъщане на квант светлина → фотохимична реакция → физиологичен акт. Върху органи и системи Намесвайки се в най-интимните механизми на



обмяната, светлината може да промени по характерен начин дейността на различни органи и системи в човешкия организъм.

Ултравиолетовите лъчи и инфрачервените лъчи въздействат по много по-сложен механизъм, понякога предизвикват противоположни ефекти в зависимост от дозата. Така например, суберитемните дози стимулират регенерацията и подобряват провеждането при заболявания от възпалителен или травматичен характер на периферните нерви. По-големите дози (еритемните) подтискат възбудимостта на периферните нерви, което намира практическо приложение за обезболяване. Върху еднокринната система светлината (инфрачервената, видимата, ултравиолетовата) има стимулиращо действие [3, 9].

В инфрачервената фотография се използват инфрачервени филтри, за да се улови само инфрачервения спектър. Много цифрови фотоапарати използват инфрачервени блокатори. Блокаторът е устройство, обратно на филтъра той спира единствено определеното. Така инфрачервеният блокатор пропуска всякаква светлина освен тази в инфрачервения спектър.

В астрономията, поради наличието на прахови облаци и мъглявини, прякото оптично наблюдение на някои звезди, галактики и други космически обекти не е възможно, докато инфрачервената светлина е с по-голяма дължина на вълната, и преминава по-лесно през тези прегради. Фотоните на инфрачервените лъчи са с по-ниска енергия от тези на видимата светлина. Космическите обекти, които не са достатъчно горещи, за да светят, излъчват в инфрачервения диапазон на вълните и могат да се наблюдават само с инструменти, улавящи инфрачервеното излъчване.

### **Типове УНВ в зависимост от използваната технология**

Уредите за нощно виждане се разделят на два основни типа в зависимост от използваната технология

1) уреди за нощно виждане, работещи на принципа на усилване на светлината от видимия и близкия инфрачервен (ИЧ) диапазон на спектъра и използващи електронно-оптичен преобразувател (ЕОП), характеризиращи се с образ в зелен оттенък.

2) уреди, използващи топлинното излъчване на наблюдаваните обекти (т.нар. термовизори), които работят в ИЧ диапазон на спектъра (3–30  $\mu\text{m}$ ).

Най-новото развитие в областта на нощното виждане е т.нар.комбинирана технология, при която технологията на топлинното излъчване на телата се комбинира с технологията на светлинното усилване на образа.

Комбинираната технология на нощното виждане е особено полезна при условия с ниски нива на осветеност. Тя дава значителни тактически предимства чрез комбиниране на възможностите на несравнимото качество

на откриване на термовизията с превъзходните възможности за идентификация на технологията на светлинното усилване на образа.

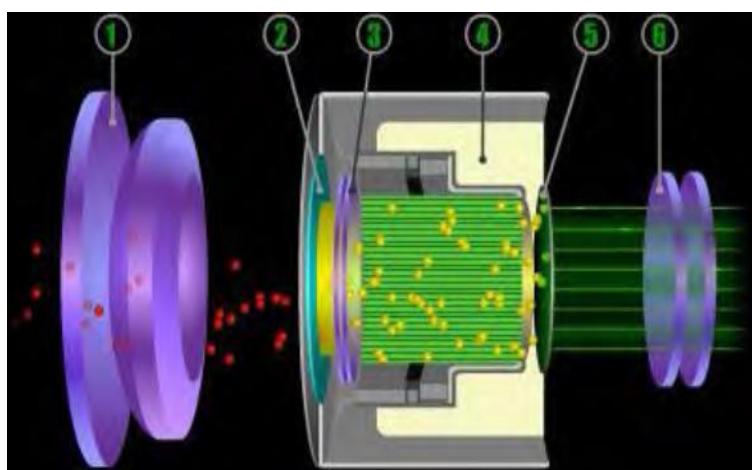
### Основни елементи на УНВ

Всички тела, чиято температура е по-висока от абсолютната нула, излъчват електромагнитни вълни, в това число и инфрачервени лъчи. От природните източници в близост до нас най-мощно е Слънцето. Около половината от слънчевата енергия се излъчва в инфрачервената област на спектъра, 40% във видимата област (от 0,4 до 0,7  $\mu\text{m}$ ) и 10% в UV и рентгеновата област на спектъра.

Уредите за нощно виждане, използващи технологията на светлинното усилване, влизат в класа на т.нар. опто-електронни уреди. Принципът на действие на тези уреди се основава на усилването на отразената светлина, излъчвана от нощното небе (звезди, луна), отражението на различни светлинни източници от земната или водната повърхност и др. върху фотокатода на ЕОП. Фотокатодът преобразува светлинния образ от видимата и близката ИЧ област в електронен образ, който от своя страна се усилва от микроканалната пластина (МКП) на ЕОП, а чрез фосфорния екран на ЕОП електронният образ сепревръща отново в светлинен образ от видимата част на спектъра, който наблюдателят може да види (фиг. 1).

Чрез подходящ окуляр се наблюдава полученият върху екрана на ЕОП изходен светлинен образ, който често е в жълто-зелен оттенък. Зеленият цвят се използва поради факта, че човешкото око има възможността да различава повече нюанси на зеления цвят, отколкото при другите цветове.

Техническите параметри на УНВ се определят от параметрите на опто-електронния канал (обектив, ЕОП и окуляр).



**Фиг. 1.** Принцип на действие на УНВ:

1 – обектив; 2 – фотокатод; 3 – микроканална пластина; 4 – високоволтово  
захранване; 5 – фосфорен екран; (2-3-4-5 – ЕОП); 6 – окуляр

## Електронно-оптични преобразуватели (ЕОП)

Основният принцип на работа на ЕОП е усилване на отразената светлина от наблюдаваните обекти. Превръщането на светлинния образ в електронен става посредством фотокатод, чувствителен в съответната спектрална област, а превръщането от електронен в светлинен, чрез електро-луминесцентен екран, облъчван от ускорени фотоелектрони (фиг. 1.5) (Hamamatsu 2009).

Отразените от наблюдавания обект светлинни лъчи се фокусират посредством обектив върху повърхността на фотокатода. Последният реагира непосредствено на попадналите върху него фотони чрез образуване на фотоелектрони във фоточувствителния слой на фотокатода.

Вследствие на напрежението между фотокатода и МКП получените електрони попадат в отделните канали на МКП (около 10 милиона с диаметър от 6–12  $\mu\text{m}$ ). При преминаване на електроните през микроканалите в МКП те се удрят в стените ѝ, като всеки електрон избива от стените вторични електрони.

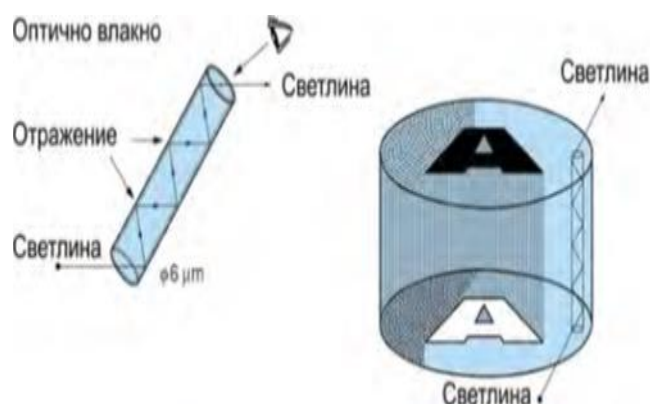
Началният брой електрони се увеличава многократно на изхода на микроканалите в МКП. Под действие на електричното поле между фотокатода и МКП електроните бомбардират електро-луминесцентния екран, върху който вследствие на луминесценцията се получава оптичен образ. Така полученият образ на екрана по конфигурация съответства на електронния образ, т.е. на образа на предмета. Цветът на светене на екрана зависи от използвания луминофор, който най-често е в зелен оттенък.

Последен елемент от структурата на ЕОП е неговият изход, който може да бъде плоско стъкло или влакнесто-оптична пластина (ВОП). Влакнесто-оптичната пластина съдържа няколко милиона оптични влакна, подредени успоредно едно на друго.



Фиг. 2. Принцип на действие на УНВ

**Типове УНВ според предназначението, конструкцията и наличието на допълнителна ИЧ подсветка.**



*Фиг. 3. Принцип на действие на ЕОП*

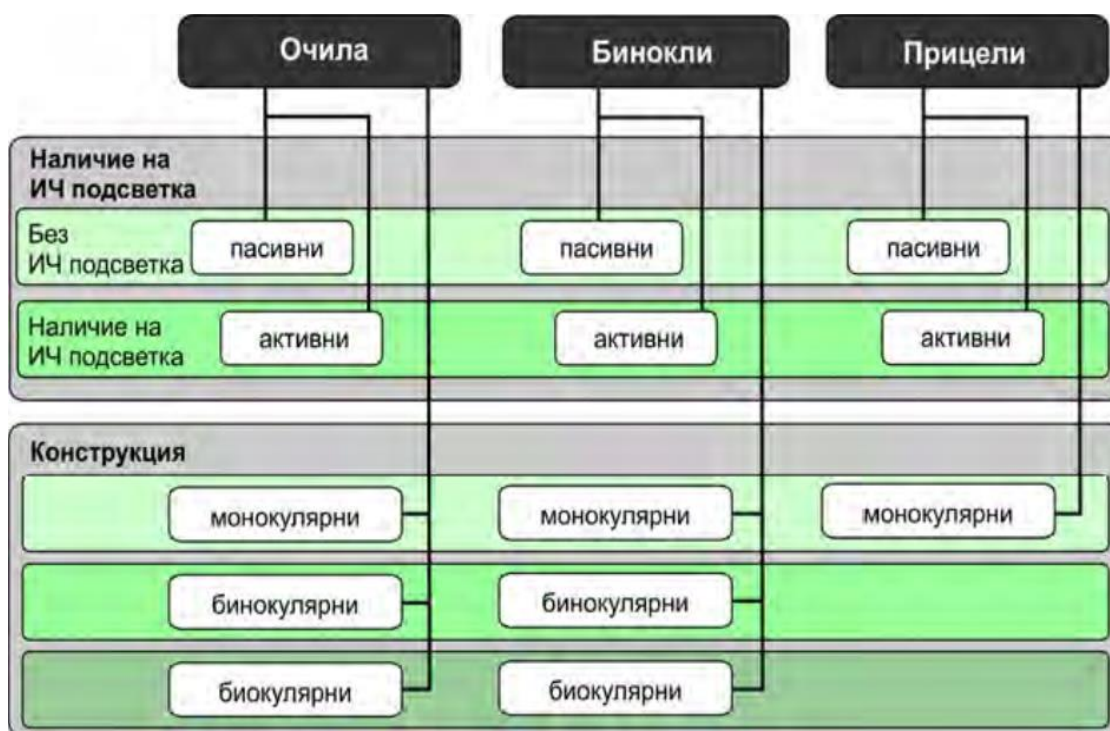
Инфрочервените лъчи намират още много други практически приложения. С високочувствителни приемници от голямо разстояние могат да се откриват обекти, чиято температура е по-висока от температурата на околната среда (например работещи двигатели на самолети, танкове и др.). Разработени са системи за насочване на ракети и снаряди.

Инфрочервени лазери се използват за наземни и космически връзки.

Очилата за нощно виждане са телескопични или бинокулярни с голям диаметър на обектива. Големите лещи са необходими за да събират и концентрират оскъдната светлина през нощта. Основното им приложение е в армията и полицията, макар че по принцип са достъпни и за цивилни граждани. Един голям техен недостатък е, че са тежки и големи. Друг такъв е, че зрителното поле е ограничено до 40°-45° и човек трябва да си обръща главата с тях. Могат да се държат с ръка, но обикновено се носят на главата (при военните често върху шлем). Могат да се използват и при нощно шофиране, лов или пилотиране на самолет.

Работят в близката инфрочервена област с дължина на вълната около 1 микрометър. За сравнение видимата светлина е с дължина на вълната от 0.4 до 0.7 μm.

Очилата за нощно виждане имат приспособление, което работи на принципа на фотоелектричния ефект и увеличава значително интензитета на слабата светлина. Повечето от тях не могат да отразяват цветна картина и монохроматичен (обикновено зелен, P22) фосфорен екран дава достатъчно информация [2, 6, 7].



Фиг. 4. Видове оптични прибори

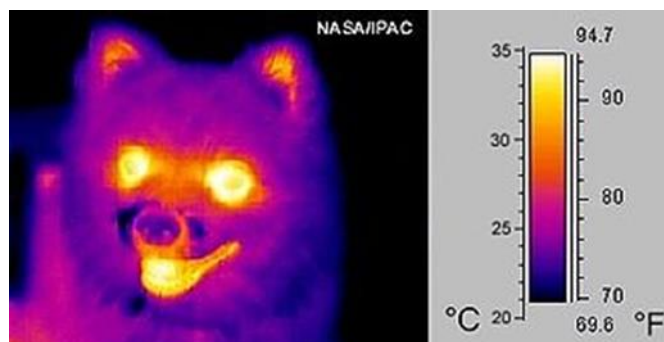
Съществуват няколко основни типа уреди за нощно виждане според тяхното предназначение – очила, прицели и бинокли, както е показано на фигура 4.

ИНФРАЧЕРВЕНАТА ТЕРМОГРАФИЯ е метод за измерване на енергията, излъчвана от телата и свързаното с нея топлинно излъчване и създаване на инфрачервени изображения на наблюдаваните обекти.

За всяко тяло с температура над абсолютната нула ( $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) е характерно електромагнитно излъчване. Инфрачервената светлина е електромагнитно лъчение, невидимо за човешкото око. Тя заема областта между микровълните и видимата светлина в електромагнитния спектър. Самото име инфрачервена означава, че тази област от лъчения се намира преди видимата червена светлина в електромагнитния спектър и обхваща дължини на вълната от  $750\text{ nm}$  до  $1\text{ mm}$ . Протоните на инфрачервените лъчи са по-малко енергични от протоните във видимата светлина. Инфрачервената светлина се излъчва там, където има отделяне на топлина. Всяко тяло, което има някаква температура, дори и ледено студените тела, излъчват в инфрачервения диапазон. Ако някое тяло няма достатъчно висока температура, за да излъчва видима светлина, то ще излъчва най-голяма част от енергията си като инфрачервени лъчи. Колкото е по-горещо тялото, толкова по-силно ще бъде инфрачервеното лъчение [6].

Инфрачервените лъчи се използват за различни цели – за локализиране на военни цели, за нощни наблюдения, за дистанционно измерване на температура, дистанционно управление на уреди в бита,

комуникация. В астрономията тези лъчи позволяват да се „надникне“ отвъд праховите региони в космоса, които спират видимата светлина и ни пречат директно да наблюдаваме далечните обекти и такива, които не излъчват видима светлина. Чрез инфрачервената термография излъчената енергия от даден обект се преобразува във видимо изображение.



*Фиг. 5. Изображение на куче в инфрачервена светлина*

Инфрачервената светлина се излъчва там, където има отделяне на топлина. Всяко тяло, което има някаква температура, дори и ледено студените тела, излъчват в инфрачервения диапазон. Ако някое тяло няма достатъчно висока температура, за да излъчва видима светлина, то ще излъчва най-голяма част от енергията си като инфрачервени лъчи. Колкото е по-горещо тялото, толкова по-силно ще бъде инфрачервеното лъчение [7].

Инфрачервените лъчи се използват за различни цели – за локализиране на военни цели, за нощни наблюдения, за дистанционно измерване на температура, дистанционно управление на уреди в бита, комуникация. В астрономията тези лъчи позволяват да се „надникне“ отвъд праховите региони в космоса, които спират видимата светлина и ни пречат директно да наблюдаваме далечните обекти и такива, които не излъчват видима светлина. Чрез инфрачервената термография излъчената енергия от даден обект се преобразува във видимо изображение.

Инфрачервената термография е метод за контрол, позволяващ оперативно да се извършва обследване на ограждащи конструкции на сгради, да се локализируют и отстранят скрити дефекти, да се диагностицират машини, агрегати и отделни техни възли безконтактно, без каквато и да е предварителна подготовка, без евакуация на хора или прекъсване на производствения процес. Необходимите данни се получават като термографски изображения, а с помощта на специализиран софтуер бързо се откриват и обозначават проблемните зони [1, 8].

Термографските снимки позволяват да се определят зоните с утечки на топлина, невидими за човешкото око, да се открият проблемите, свързани с повишена топлопроводност, дефекти на топлоизолацията, локализиране на точки на оросяване (свързано с поява на мухъл) и др. Могат да бъдат

проверени качеството на монтаж на дограма, на монтаж на изолация на сграда както и да се предвидят комплекс от действия за намаляване на топлинните загуби, водещо до намаляване на разходите за отопление.

### **Заклучение**

Като бъдещи изследвания в областта на УНВ се предвиждат провеждане на изследване с така наречена комбинирана технология, при която технологията на топлинното излъчване на телата се комбинира с технологията на светлинното усилване на образа.

За 90 години нощното виждане направи огромен скок напред от огромни устройства, монтирани на резервоари, до супер-телескопи. Единственото, което остава да направите, е да изчакате мечтата на писателите на научна фантастика - обикновени очила, които ви позволяват да виждате в пълен мрак. Но дори такава технология вече е в процес на разработка. Новата разработка съчетава компютърно виждане, тръби с бял фосфор и бинокулярен дизайн. Очилата могат да се използват през деня в мъгла и дим, а изображението през тях е видимо, ярко и близко до истинското.

### **Използвана литература**

1. Борисова, Д., Уреди за нощно виждане. Моделиране и оптимално проектиране, Издателство на БАН „Проф. Марин Дринов“, София, 2015 г.

2. Dolchinkov N., Oleg A Loktionov, Ilya V Korolev, Bonka E Karaivanova-Dolchinkova, Influence of Electromagnetic Waves on the Human Body, 2021 Sixth Junior Conference on Lighting (Lighting), 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/Lighting49406.2021.9599072, Electronic ISBN:978-1-6654-3792-9 CD:978-1-6654-3791-2;

3. Харалампиев М., Екологични проблеми, породени от химическо оръжие, Екология и бъдеще. № 1-2р 2011, стр. 37-42, ISSN - 1312-0751;

4. Padarev N., Chemical, biological, radiological and nuclear threats in the hybrid war context, Science. Business. Society. Vol. 4 Issue 3 (2019), ISSN PRINT 2367-8380. Sofia. 2019. pp.118-119;

5. Пъдарев Н., Планиране на специалната обработка при химични и биологични опасни събития, Сборник доклади от научна конференция на НВУ „Васил Левски“ “Актуални проблеми на сигурността”, том 6, ВТ, с. 144- 151, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски“ ВТ, 2019, ISSN 2367-7465;

6. Директива 2004/108/ЕО на Европейския парламент и на Съвета от 15 декември 2004 година относно сближаването на законодателствата на държавите-членки относно електромагнитната съвместимост и за отмяна на Директива 89/336/ЕИО;

7. Долчинков Н., Приложение на Индустри 4.0 във военното производство в България, Годишник на НВУ „Васил Левски“ част 1, 2019 година, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски“ В.Търново, ISBN 1312-6148, стр. 157-166;

8. В. Е. Кичка, Инфрачервените лъчи във военното дело Категория: Военно дело и сигурност Издателство: Военно издателство София 1959;

9. Долчинков Н. Т., Оптически прибори, използвани при обучението в НВУ „Васил Левски“, 43 национална конференция по физика – гр. Благоевград – април 2015 г. ISBN 978-954-580-354-3 стр. 100-106.

***Адрес за кореспонденция:***

*Цветелин Тодоров Цанев, Национален военен университет „Васил Левски“, E-mail: cvetelin\_canev@abv.bg*



DOI: 10.34660/INF.2023.19.44.055

## КОШМАРЪТ БЕЗ КОЙТО НЕ МОЖЕМ ИЛИ РАДИАЦИЯТА В СЪВРЕМЕННИЯ СВЯТ!

Тамара Драганова, Анка Цончева

### THE NIGHTMARE WE CAN'T LIVE WITHOUT OR RADIATION IN THE MODERN WORLD!

Tamara Draganova, Anka Tsoncheva

***Annotation:** The article examines and systematizes in tabular form the isotopes and their application in the economic activity of people, as an opportunity for life in the modern world. Pedagogical and didactic interpretation and the motivation for the need for the knowledge of radiation safety and application in the name of protecting the population and preserving human life, facilitating people's economic activity and their health condition are presented.*

***Keywords:** isotopes, organ concentration, radiation safety, application*

*„Решителност – често е  
изкуството на навременна  
жестокост.“*

*Анри Бекерел*

Радиацията е част от Космоса, нашата Вселена, планетата Земя, от всичко, което ни заобикаля. Земята и Космоса излъчват естествена радиация, която не е резултат от антропогенната дейност, а резултат от естествения жизнен цикъл на материята и живота в Космоса – *изкуство* или *жестокост*!




Естествените радиоактивни елементи са част от житейския цикъл на планетата Земя, част от ежедневието на хората и част от тази вяра и необходимост за живот (медицинско приложение). През 1903 г. Антоан Анри Бекерел печели Нобелова награда по физика като откривател на естествената радиоактивност, което отличие е наполовина споделено с Пиер и Мария Кюри. В официалния списък на Нобеловите лауреати по физика е записано, че Нобеловата награда по физика за 1903 г. е разделена, като едната половина е присъдена на Антоан Анри Бекерел *„като признание за изключителните заслуги, които е оказал чрез откриването на*

естествената радиоактивност”, другата половина съвместно на Пиер Кюри и Мария Кюри.<sup>1 2</sup>

Нобеловата лекция доказва, че урановите соли излъчват проникващо лъчение, което е регистрирано върху фотографска плака или се открива един нов феномен във физиката – радиоактивността. А. Бекерел разкрива в своята Нобелова лекция експеримент за способността на соли да изпускат невидими лъчи, които предизвикват почерняване на фотографските плаки и представя изводите за съществуването на такава радиация, както и факта че не е потвърдена хипотезата за промяната при пренос или преминаването на радиоактивните субстанции през дадена материя.<sup>3</sup>

Днес всеки един от нас е изложен на облъчване от естествения радиационен фон, но така също и целенасочено облъчване, което за едни е кошмар на фона на множество военни конфликти, природни и антропогенни катастрофи и кризи, а за други е спасителна сламка за живот, за продължаване на житейския цикъл с радиацията. В таблица 1 са представени радиоактивни елементи, които удължават живота и дават вяра на много хора в света, благодарение на развитието на физиката и медицината. Използването на радиоактивните изотопи в медицината днес е възможност за човечеството да оцелее, въпреки кошмарът и страха от радиацията.

Учебният предмет *Физика и астрономия* в X клас по учебна програма за общообразователна подготовка при област на компетентност „От атома до Космоса”, тема на учебното съдържание „3. От атома до Космоса” и подтема „3.2. Атомно ядро” са детерминирани шест компетентности като очаквани резултати от обучението, като три от тях са в контекста на изследваната тема, а една е експлицитно разписана за радиоактивните изотопи:

-  „описва биологичното действие на йонизиращите лъчения;
-  описва измененията в атомните ядра при алфа-, бета- и гама-разпадане;
-  дава примери за използване на радиоактивни изотопи (медицина, датиране)”.<sup>4</sup>

Програмното изискване за компетентността за радиоактивните изотопи процедурно въвежда резултатност от учениците за *даване на примери* на равнище на усвоеност - *разбиране* и концептуално знание. В първи гимназиален етап на средната образователна степен нормативната рамка въвежда очаквания резултат за когнитивната цел, изискваща познаване и

---

<sup>1</sup> <https://www.nobelprize.org/> - Официален сайт за Нобелови награди, 10.11.2022.

<sup>2</sup> <https://www.nobelprize.org/prizes/lists/all-nobel-prizes-in-physics/> - All Nobel Prizes in Physics, 10.11.2022.

<sup>3</sup> Becquerel, Antoine. On radioactivity, a new property of matter. Nobel Lecture, December 11, 1903. Amsterdam, Elsevier, 1967, pp. 52 – 70.

<sup>4</sup> Учебна програма по Физика и астрономия за X клас (общообразователна подготовка), 2018, в сила от учебната 2019/2020 г., с. 9.

разбиране на радиоактивните изотопи и тяхното приложение в медицината, както и за датиране.

В учебната програма за X клас са фиксирани образователни дейности с междупредметен характер, синтез и връзки, които са насочени към придобиване на ключови компетентности по „3. Математическа компетентност и основни компетентности в областта на природните науки и на технологиите”, където са разписани физичните знания за „въздействието на радиоактивните лъчения върху живите организми, за ролята на изотопите в медицината” с хоризонтална зависимост с учебния предмет *Биология и здравно образование*.<sup>5 6</sup>

Хоризонтални взаимодействия констатираме и с учебния предмет *География и икономика* при трансформиране на научните знания в учебно знание на ниво учебници в същностните характеристики на радиоактивността.<sup>7</sup>

Вертикален първичен и вторичен синтез се разкрива и при опорните знания като компетентности като очаквани резултати от обучението в VII клас в учебната програма по *Физика и астрономия* (общообразователна подготовка) по същата област на компетентност и тема, а подтемата е „3.1. Атоми и атомни ядра”:

- „разграничава ядрените лъчения в зависимост от вида на частиците, които ги изграждат (електрони, хелиеви ядра и гама-лъчи) и сравнява проникващата им способност;
- дава примери за приложението и биологичното действие на йонизиращите лъчения”.<sup>8</sup>

В VII клас са въведени и новите понятия по изследваната тема – *изотопи, радиоактивност и алфа-, бета- и гама-лъчи*. Двете специфики за очакваните резултати и новите понятия са съхранени в изменената и допълнена учебна програма по *Физика и астрономия* за VII клас, утвърдена през 2020 г., която ще е в сила от учебната 2023/2024 г.<sup>9</sup>

---

<sup>5</sup> Учебна програма по Физика и астрономия за X клас (общообразователна подготовка), 2018, в сила от учебната 2019/2020 г., с. 14.

<sup>6</sup> Драганова, Т., А. Цончева. От атома до Космоса – Вселенският пъзел и линия на времето. Сборник доклади от научна конференция „Радиационната безопасност в съвременния свят” посветена на 150 годишнината от рождението на Ърнест Ръдърфорд и 100 годишнината от рождението на Андрей Сахаров, 17 – 18 ноември 2021 г., Велико Търново: Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски”, 2021, с. 156 – 157.

<sup>7</sup> Драганова, Т., А. Цончева. Хоризонтални взаимодействия между физиката и географията в контекста на радиационната безопасност в съвременния свят - дидактическа интерпретация. Сборник доклади от научна конференция „Радиационната безопасност в съвременния свят” посветена на 150 годишнината от рождението на Ърнест Ръдърфорд и 100 годишнината от рождението на Андрей Сахаров, 17 – 18 ноември 2021 г., Велико Търново: Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски”, 2021, с. 143 - 146.

<sup>8</sup> Учебна програма по Физика и астрономия за VII клас (общообразователна подготовка), 2017, в сила от учебната 2018/2019 г., с. 5.

<sup>9</sup> Учебна програма по Физика и астрономия за VII клас (общообразователна подготовка), 2020, в сила от учебната 2023/2024 г., с. 5.

**Систематизираност на радиоактивни изотопи и тяхното приложение**

*Таблица № 1 Основни изотопи и техните характеристики*

ИЗОТОПИ	КОНЦЕНТРАЦИЯ В ОРГАН	ЕФЕКТИВЕН ПЕРИОД НА ПОЛУРАЗПАД	ПРИЛОЖЕНИЕ	ЛЪЧЕНИЕ
Тритий ${}^3_1\text{H}$	цялото тяло	19 дни	Маркиране на лекарства, храни и хранителни добавки, витамини.	Бета-радиоактивни ядра $-\beta$ . Голяма част от тези ядра са $\beta$ - $\gamma$ радионуклиди. Дъщерните им ядра не излъчват $\gamma$ лъчи и са около 20 „чисти“ $\beta$ радионуклиди.
Въглерод ${}^{11}_6\text{C}$	кръвоснабдени органи	20,364 min	Синтез на туморен протеин, маркиране на молекули в позитронно-емисионната томография (SPEC) – диагностичен нуклеарен метод за триизмерно определяне на кръвен поток на даден орган (сърце, мозък) и не се абсорбира от околните тъкани, остава фиксиран в органа.	Позитронно лъчение $\beta^+$ Електронно улавяне
Въглерод ${}^{13}_6\text{C}$	тлъстини	стабилен	При изследване с метода на ядреномагнитен резонанс (NMR).	
Въглерод ${}^{14}_6\text{C}$		5730 год.	Датиране на материали с биологичен произход. Събития Мияке.	

			Събитието Карингтън 28.08.1859 г.	
<b>Азот</b> ${}^7\text{N}^{13}$	кръвоснабдени органи	10 min	Миокарден кръвоток	Позитронно лъчение $\beta^+$
<b>Флуор</b> ${}^9\text{F}^{18}$	карциноми на бял дроб, глава, шия, храносмилател на система, щитовидна жлеза, панкреас, полова система	110 min	Диагноза на онкологични заболявания, степен на злокачественост, лимфоми, меланом	Позитронно лъчение $\beta^+$
<b>Кислород</b> ${}^8\text{O}^{15}$	кръвоносна система	2,03 min	Церебрален кръвоток (вода) Позитронна томография	Позитронно лъчение $\beta^+$
<b>Фосфор</b> ${}^{15}\text{P}^{32}$	кости	14,3 дни	Костна система, терапия за лечение на злокачествени заболявания.	Бета- радиоактивни ядра - $\beta$
<b>Сяра</b> ${}^{16}\text{S}^{35}$	протеини, кожа	87,4 дни	Маркиране на аминокиселини	Бета разпад
<b>Калий</b> ${}^{19}\text{K}^{40}$	мускули, най- големият източник на естествена радиоактивнос т при хората	0,5 дни	Рак на гърдите	Забележителен радионуклид. Притежава и трите вида Бета- радиоактивност
<b>Калций</b> ${}^{20}\text{Ca}^{45}$	кости	163 дни	Откриване на изменения в костите	$\beta$ и $\gamma$ разпад
<b>Желязо</b> ${}^{26}\text{Fe}^{59}$	кръв	27 дни	Физиология на кръвта, левкемия, анемия	Бета разпад
<b>Кобалт</b> ${}^{27}\text{Co}^{58}$	злокачествени образувания	70,8 дни	Терапия за лечение на злокачествени заболявания.	Бета и Гама разпад
<b>Галий</b> ${}^{31}\text{Ga}^{68}$	гърди, черен дроб, лимфни възли, мозъчни и костни метастази	68 min	Невроендокринни изображения – откриване на лезии в гърди, черен дроб, лимфна	Позитронно лъчение $\beta^+$

			тъкан, метастази в мозъка и костите	
<b>Йод</b> $^{131}_{53}\text{I}$	тироид	8,05 дни	Щитовидна жлеза, сканиране на цялото тяло и диагностика на невроендокринни тумори със SPECT/CT	Бета и Гама терапия за лечение на злокачествени заболявания
<b>Рубидий</b> $^{82}_{37}\text{Rb}$	вътреклетъчна течност	76 сек	Медицински изследвания, миокардна перфузия (преминаване на течност през лимфната или кръвоносната система). Откриване на мозъчни тумори чрез позитронно-емисионна томография.	Позитронно лъчение $\beta^+$
<b>Стронций</b> $^{89}_{38}\text{Sr}$	костна система	50,52 дни	Терапия за лечение на злокачествени заболявания, Стронций $^{90}_{38}\text{Sr}$ е най-увреждащият изотоп на радиоактивните отпадъци, натрупва се в костите и развива левкемия и рак.	Бета-радиоактивни ядра  Електронно улавяне
<b>Технеций</b> 99m $^{99}_{43}\text{Tc}$	свързва се химически с много биологично активни молекули	6 часа	Сцинтиграфско изследване на щитовидната жлеза, лимфните съдове и възлите, позитронно-емисионната томография(SPEC) – диагностичен нуклеарен метод за триизмерно определяне на кръвен поток на даден орган (сърце, мозък) и не	Изомерен преход  гама лъчение

			се абсорбира от околните тъкани, остава фиксиран в органа.	
<b>Цезий</b> $^{137}_{55}\text{Cs}$	лечение на злокачествени заболявания	30,18 години	терапия за лечение на злокачествени заболявания	Бета-радиоактивни ядра - $\beta$
<b>Радон</b> $^{222}_{86}\text{Rn}$	бял дроб	3,8235 дни	Радоновото облъчване се осъществява от строителните материали, използвани при строеж на жилищни сгради. Зимата се регистрират по-високи стойности, когато не се проветрява и има голямо уплътнение на врати и прозорци.	$\alpha$ разпад
<b>Живак</b> $^{197}_{80}\text{Hg}$	$^{199}_{80}\text{Hg}$ и $^{201}_{80}\text{Hg}$ са най-често изследваните ЯМР -активни ядра	65 часа	Карцином на млечна жлеза и кожа, лимфни възли, тумори в главата и шията	Електронно улавяне
<b>Самарий</b> $^{153}_{62}\text{Sm}$	костна система	1,93 дни	Терапия за лечение на злокачествени заболявания	$\alpha$ разпад - $\beta$
<b>Иридий</b> $^{192}_{77}\text{Ir}$	Лечение на злокачествени заболявания	73,827 дни	Спира растежа на ракови клетки и е най-масово използваният за брахитерапия с временен имплант. Той влиза роботизирано във всяка от иглите и облъчва туморните клетки.	Бета-радиоактивни ядра Електронно улавяне

Радиоактивните изотопи са много важни за медицината и най-вече при диагностициране и лечение на различни заболявания. Спецификата на радиоизотопите е, че имат различен период на полуразпад и унищожават

изродените клетки, което ги прави съюзници на човечеството в съвременния свят (ядрена медицина, лъчетерапия, брахитерапия).

Познанието е *пътя*, а знанието е *резултат*, които се съдържат в понятието – радиация, като сблъсък между живота и смъртта, между радостта да продължиш да живееш и отчаянието пред кошмарът, без който се оказва, че не можем!

### ЛИТЕРАТУРА

1. Becquerel, Antoine. On radioactivity, a new property of matter. Nobel Lecture, December 11, 1903. Amsterdam, Elsevier, 1967, pp. 52 – 70.

2. <https://www.nobelprize.org/> - Официален сайт за Нобелови награди, 10.11.2022.

3. <https://www.nobelprize.org/prizes/lists/all-nobel-prizes-in-physics/> - All Nobel Prizes in Physics, 10.11.2022.

4. Учебна програма по Физика и астрономия за X клас (общообразователна подготовка), 2018, в сила от учебната 2019/2020 г.

5. Учебна програма по Физика и астрономия за VII клас (общообразователна подготовка), 2017, в сила от учебната 2018/2019 г.

6. Учебна програма по Физика и астрономия за VII клас (общообразователна подготовка), 2020, в сила от учебната 2023/2024 г.

7. Драганова, Т., А. Цончева. Хоризонтални взаимодействия между физиката и географията в контекста на радиационната безопасност в съвременния свят - дидактическа интерпретация. Сборник доклади от научна конференция „Радиационната безопасност в съвременния свят” посветена на 150 годишнината от рождението на Ърнест Ръдърфорд и 100 годишнината от рождението на Андрей Сахаров, 17 – 18 ноември 2021 г., Велико Търново: Издателски комплекс на НБУ „Васил Левски”, 2021, с. 136 – 154, ISSN 2738-7607 Print, ISSN 2603-4689.

8. Драганова, Т., А. Цончева. От атома до Космоса – Вселенският пъзел и линия на времето. Сборник доклади от научна конференция „Радиационната безопасност в съвременния свят” посветена на 150 годишнината от рождението на Ърнест Ръдърфорд и 100 годишнината от рождението на Андрей Сахаров, 17 – 18 ноември 2021 г., Велико Търново: Издателски комплекс на НБУ „Васил Левски”, 2021, с. 155 – 164, ISSN 2738-7607 Print, ISSN 2603-4689.

#### *Адрес за кореспонденция:*

1. гл. ас. д-р Тамара Георгиева Драганова, ВТУ „Св. св. Кирил и Методий” – гр. Велико Търново, 0889904561, [t.draganova@ts.uni-vt.bg](mailto:t.draganova@ts.uni-vt.bg)

2. инж. Анка Василева Цончева, гл. учител по физика и астрономия, математика и информатика (пенсионер), 0886999109, [avc\\_vt@abv.bg](mailto:avc_vt@abv.bg)



DOI: 10.34660/INF.2023.50.99.056

**ПРЕСЕЧЕНИ ТОЧКИ НА КРЪСТОПЪТЯ МЕЖДУ  
ФИЗИКАТА, ХИМИЯТА, ГЕОГРАФИЯТА И  
ИКОНОМИКАТА – ДИДАКТИЧЕСКИ, ИКОНОМИЧЕСКИ  
И ЕКОЛОГИЧНИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ**

**Тамара Драганова, Анка Цончева**

**INTERSECTION POINTS AT THE CROSSROADS  
BETWEEN PHYSICS, CHEMISTRY, GEOGRAPHY AND  
ECONOMICS - DIDACTIC, ECONOMIC AND  
ENVIRONMENTAL INTERPRETATIONS**

**Tamara Draganova, Anka Tsoncheva**

***Annotation:** The article presents a contemporary crossroad and directions for choosing movement and diversification between Physics, Chemistry, Geography and economics, Civic education. The intersection points are interpreted in the context of environmental protection, society's interests, living conditions, society's dominance and values, alternatives to humanity and environmental problems, changes and perspectives.*

***Keywords:** Physics, Chemistry, Geography and economics, Civic education, environmental protection*

*„Човечеството повече от всякога се нуждае от скамейка, за да седне и помисли.“*

*А. Айнщайн*

*„От това, доколко проникателно оценяваме проблемите, които ни очакват в бъдеще, зависи подхода, който ние развиваме за справяне с тях.“*

*А. Кларк*

Рамковите изисквания за екологичното образование се осъществяват в цялата система на предучилищното и училищното образование в България, но не само в контекста на държавния образователен стандарт за

гражданското, здравното, екологичното и интеркултурното образование, но и пряко чрез учебните предмети от общообразователната подготовка. Детерминирано са изследвани учебните предмети *Физика и астрономия, Химия и опазване на околната среда, География и икономика и Гражданско образование*, които са интердисциплинарно съпоставени в условия на енергийна криза и глобални екологични проблеми, военни конфликти и геостратегии на фона на образователна реформа, нововъведения и образователни иновации.

Обучението за опазване на околната среда и всички екологични образователни измерения, които са част от интегративното съдържание и взаимодействие между учебните предмети в общообразователната и профилираната подготовка в българското училище са „*съществен елемент от образованието на младите хора*”.<sup>10</sup> Обучението изисква задълбочено възприемане и осмисляне на глобалните екологични проблеми в тяхната холистичност и комплексност.

Съвременният свят се отличава със своята комерсиалност и господства, нови ценностни и поведенчески модели, както и революционни изменения в областта на науката и техниката, информационните технологии и образователните политики за устойчиво развитие на фона на стремително увеличаване населението на Земята. Глобалните процеси са в непрекъснати движения, които многократно се пресичат и преплитат, видоизменян и трансформират, а в сблъсъка на кръстопътя се „раждат” нови и променят съществуващи глобални процеси и модели, техногенни кризи и катастрофи, териториални хоризонти (локални, национални, регионални, надконтинентални, глобални, космически) и икономически ядра (ТНК, свободно движение на хора, стоки, услуги и капитал, световна търговия и др.), информационно-дигитални явления (ИКТ, Интернет и др.) и геополитически и стратегически феномени (международни организации и съюзи, обединения и прегрупиране на държави и региони). В цялостния глобализационен цикъл се променят и образователните политики и явления, като много програмни документи предявяват изисквания за повишаване на качеството на образованието и акцентират, че „*образованието за устойчиво развитие е съществен елемент от качествено образование и основен фактор за всички останали цели за устойчиво развитие*”.<sup>11</sup>

ВЕИ са алтернатива, но не и за цялата планета и за всички държави, не и за цялото човечество, защото териториалното господство над обработваемите земи и урбанизираните територии, няма да е достатъчно за удовлетвори необходимостта от енергийни ресурси. Глобализацията като

---

<sup>10</sup> Асенова, М. Междуинституционално взаимодействие в обучението по опазване на околната среда. Сборник доклади от Годишна университетска научна конференция, 27 – 28 май 2021 г. Електронно издание. Велико Търново: ИК на НВУ „Васил Левски”, 2021, с. 313.

<sup>11</sup> Препоръка на съвета от 22 май 2018 година относно ключовите компетентности за учене през целия живот (текст от значение за ЕИП), 2018, с. 3.

многоаспектен и естествено-исторически развиващ се процес продължава своето еволюиране и няма времеви ограничения, което ще изправи човечеството пред недостиг на много природни ресурси. Един от тях, който доминира и има екзистенциално господство и е символ на богатство и власт е - нефтът („черното злато“). От значение са и природния газ, както и други полезни изкопаеми!

Изучаването на спецификите на природните ресурси, техния добив и производство на продукти, териториален обхват и разпределение не е обект само на една учебна дисциплина в българското училище.

Интердисциплинарният комплекс и интегративен синтез между учебните предмети е образователна политика, която има традиции в българското училище, а след образователната реформа и доразвити нормативни модели и концептуални рамки, съобразени с европейските и световните тенденции в училищното образование. Един от съвременните подходи в училищното образование в условията на образователни промени е интердисциплинарният подход, който се прилага едновременно и във взаимодействие с подходи като – компетентностния, дейностно-ориентирания и конструктивистки подход, интерактивния и проектно-базирания и др. Интердисциплинарният подход има пряко въздействие върху обществото и социалната функция на образованието, защото образованието като процес включва *обучение, възпитание и социализация*.<sup>12</sup>

Съвременният прочит на интердисциплинарният подход утвърждава концептуалната идея за съхраняване от една страна на специфичното предметно-ориентирано съдържание на всеки учебен предмет и учебна дисциплина в контекста на отваряне на хорологичното съдържание към онези допирни и пресечени точки, които са необходими при решаване на дадена ситуация, инцидент, казус или реално събитие от друга страна. Цялостният цикъл на приложение на интердисциплинарният подход се базира на конструктивизма, както и на комплексността, което проектира знанието на ниво проблематизиране, концептуализиране, интеракция, компетентностно моделирано и дигитално трансформирано.

Изследваните допирни точки между учебните предмети са на първично и вторично ниво и синтез, с ясно проследима интеграция на съдържание, значение, единство на езика на научното познание (понятийно ниво, факти, закони, теоретични тези и др.), интеграция на социални и афективни умения.<sup>13</sup>

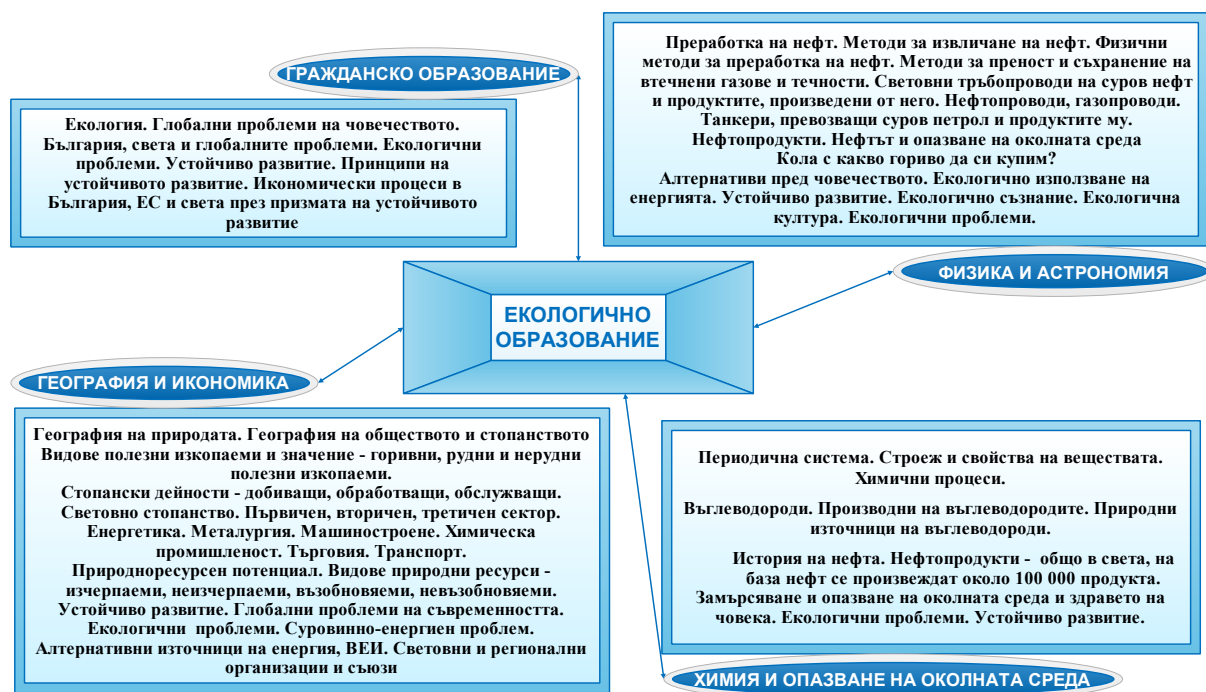
Допирателните точки на изследваните учебни предмети са в пряка и косвена зависимост с екологичното образование и неговата нормативна същностна рамка за *„формиране на екологична култура, екологично*

---

<sup>12</sup> Закон за предучилищното и училищното образование, 2015, в сила от 01.08.2016 г., с. 1.

<sup>13</sup> Райчева, Надежда. Междупредметната интеграция в средното училище. София: УИ „Св. Кл. Охридски“, 2019, с. 54 – 55.

съзнание и екологично поведение в тяхната взаимна връзка с оглед познаване на екологичните закони, защита, подобряване, управление и разумно използване на природните ресурси, както и опазване на природната среда и на екологичното равновесие.”<sup>14</sup>



Фиг. 1. Модел на съдържателно-интердисциплинарен синтез и хоризонтални връзки на „кръстопът”<sup>15</sup>

Съдържателните акценти и по четирите учебни предмета на фиг. 1 разкриват първичния и вторичния интердисциплинарен синтез и комплексен интегритет, базиран на целите на екологичното образование за познаване и спазване нормите за екологична култура и поведение с оглед опазване на природата и създаване на устойчива околна среда, както и формиране на компетентности, свързани със здравето и поддържането на устойчивост на околната среда.<sup>16</sup>

Темите за глобалните проблеми, екологичния проблем и устойчивото развитие са предмет на учебното съдържание и при четирите учебни предмета, но и има много двупосочни зависимости, които декларират прякото взаимодействие при природните науки – физика и астрономия и химия и опазване на околната среда. Пример за хоризонталния синтез в контекста на въгледородите, химичните и физичните методи е изследване

<sup>14</sup> Наредба № 13 от 21.09.2016 г. за гражданското, здравното, екологичното и интеркултурното образование, 2016, с. 1.

<sup>15</sup> <https://www.mon.bg/bg/28> - Учебни програми по класове, МОН. [07.11.2022]

<sup>16</sup> Наредба № 13 от 21.09.2016 г. за гражданското, здравното, екологичното и интеркултурното образование, 2016, с. 2, с. 4.

на три кладенци по два детерминирани и взаимнодопълващи се метода за оценка на насищанията на нефтени резервоари в Румъния (SWCTT и RST). Изборът на индикаторите на изследване са съобразени с налягането, температурата, скалите и течностите, които са обвързани на ниво вторичен синтез и с географията, геологията, физиката, химията като интердисциплинарни ядра от закони и теории, понятия и номенклатура, доказано от изводите, че „*фактори като соленост на соления разтвор, състав на маслото и температура влияят*”, защото сравнителният анализ разкрива необходимостта от оценка при приложените методи за повишаване на нефтения добив.<sup>17</sup> Анализите на нефтената наситеност идентифицират важността на скалите, през които се вгражда разтвора и проследява продуктивния слой, както и получените стойности на въгледородното насищане, представени в таблица 7 от авторите ( $S_{hc} = 1 - S_w$ ).<sup>18</sup>

Според Dan Jacotă важен параметър при гравитационен дренаж и позициониране на флуидните фази е вида на скалата и нейната омокряемост.<sup>19</sup> За интердисциплинарността на кръстопът е доказателство минералогичния състав на скалите, химичния състав на нефта, физичните свойства и гравитационното отводняване. Хоризонталната колаборация между физиката и химията, геофизиката и геохимията се допълва като научно-синтезна необходимост и доказва и от изводите в изследването на D. Jacotă, че „*гравитационният дренаж може да се разглежда като равновесие между гравитацията, интерфейса и силите на триене*”, както и от изведените твърдения за относителната пропускливост на флуидните фази, за процесите на гравитационно отводняване при образуване на тънки маслени слоеве на повърхността на водата, както и представените възможности на гравитационния дренаж при проучване на потенциална възможност за възобновяване на производството.<sup>20</sup>

Образованието за устойчиво развитие е част от съвременното училищно образование, а обучението по учебните предмети – *Физика и астрономия, Химия и опазване на околната среда, География и икономика, Гражданско образование* са негови проводници. Присъствието на концепцията за устойчиво развитие в съдържателните акценти на фиг. 1 и при четирите учебни предмета е рефлексия на образователната реформа, съвременните образователни тенденции и необходимост от цялостно

---

<sup>17</sup> Zecheru Mihaela-Gabriela, Jacotă Dan, Bălteanu Valentin. *Tracer tests vs. RST Studies in Romanian Reservoirs. Revista de Chimie*, Bucharest, vol. 67, nr 12, 2016, pp. 2590.

<sup>18</sup> Zecheru Mihaela-Gabriela, Jacotă Dan, Bălteanu Valentin. *Tracer tests vs. RST Studies in Romanian Reservoirs. Revista de Chimie*, Bucharest, vol. 67, nr 12, 2016, pp. 2585, 2588.

<sup>19</sup> Jacotă, Dan Romulus. Gravity Drainage – A Main Pillar in the Tertiary Oil Migration in Abandoned Reservoirs: I: Basic Concepts. *Petroleul – Gas University of Ploiesti Bulletin, Technical Series*. Ploiesti, Vol. LXVI, No. 4, 2014, pp. 93.

<sup>20</sup> Jacotă, Dan Romulus. Gravity Drainage – A Main Pillar in the Tertiary Oil Migration in Abandoned Reservoirs: I: Basic Concepts. *Petroleul – Gas University of Ploiesti Bulletin, Technical Series*. Ploiesti, Vol. LXVI, No. 4, 2014, pp. 95 - 96.

пренастройване на мисленето на обществото за практическото реализиране на концепцията.<sup>21</sup>

Полиаспектността на интердисциплинарното взаимодействие между изследваните учебни предмети в българското училище при общообразователната подготовка в различните класове от V до X клас разкриват вградените цели и принципи на устойчивото развитие, формирането на ключови компетентности в дългосрочен план за достигане на устойчива околна среда, удовлетворяване на социалните изисквания на обществото, формиране на знания, умения и компетенции за лична отговорност и отношение към природата, за поведенчески модели за устойчиво бъдеще.

Геоокологичните аспекти в учебното съдържание на изследваните учебни предмети в българското училище след 2016 г. и образователните промени следват обучителната линия и устойчивост на учебния процес за формиране на компетентности за развитие на екологична култура, екологично съзнание и екологично поведение.<sup>22</sup> Цялостната образователно-екологична рамка на нормативна основа е в отговор на Програмата за устойчиво развитие и нейните цели, като екологичното образование „обективизира цялостната система „природна среда – общество – човек“.<sup>23</sup> Тезата за необходимостта от екологизиране на учебните предмети и дейности в училищното образование е актуална и днес, като се явява „ефективен път за познавателна и поведенческа подготовка на учащите се“.<sup>24</sup>

Училищното образование обхваща и икономическия модел на геостратеги и политики за действия, насочени към научна симбиоза и интегративен синтез между всичките глобални цели на устойчивото развитие за стимулиране на действията в области от критично значение за човечеството и планетата, категорично заявени в преамбюла на програмата

---

<sup>21</sup> Dermendzhieva, S., T. Draganova. The concept of Sustainable Development in teaching of Geography and economy in the new educational realities. – In: 1st Istanbul International Geography Congress Proceedings Book, Istanbul University Press, Publication № 5255, Faculty of Economics Publication № 3465, Turkey, June 20-22, 2019, pp. 1111 – 1112.

<sup>22</sup> Драганова, Т. Екологичното и географското образование – нормативен конструкт в условията на образователна реформа. Сборник от Научна конференция 35 години Катедра „География“ във Великотърновски университет „Св. св. Кирил и Методий“, Велико Търново, 22 ноември 2019 г. Велико Търново: Паус, 2020, с. 153 - 154.

<sup>23</sup> Асенова, М. Геоокологичното образование като възможност за реализиране на ключови компетентности. Сборник от Научна конференция 35 години Катедра „География“ във Великотърновски университет „Св. св. Кирил и Методий“, Велико Търново, 22 ноември 2019 г. Ред. Проф. д-р С. Дерменджиева. Велико Търново: Паус, 2020, с. 191.

<sup>24</sup> Великов, В., С. Дерменджиева. Аспекти на екологичното географско образование в средното училище. Сборник доклади „Как да решим екопроблемите на България“. Велико Търново: Абагар, 1992, с. 56.

– хора, планета, просперитет, мир и партньорство.<sup>25 26</sup> Реализирането на 17-те глобални цели и 169-те подцели на устойчивото развитие<sup>27</sup> детерминират прилагане на идеи за устойчиво бъдеще, промяна в мисленето на все повече засилващата се комерсиалност на обществото и необходимостта от оценяване стойността на „черното злато“ като незаменима суровина, която към този етап от съществуването на човечеството е равностепенна на власт, господство и могъщество...

## ЛИТЕРАТУРА

1. Асенова, М. Геоекологичното образование като възможност за реализиране на ключови компетентности. Сборник от Научна конференция 35 години Катедра „География“ във Великотърновски университет „Св. св. Кирил и Методий“, Велико Търново, 22 ноември 2019 г. Велико Търново: Паус, 2020, с. 191 - 201.

2. Асенова, М. Междунституционално взаимодействие в обучението по опазване на околната среда. Сборник доклади от Годишна университетска научна конференция, 27 – 28 май 2021 г. Електронно издание. Велико Търново: ИК на НБУ „Васил Левски“, 2021, с. 313 – 327.

3. Великов, В., С. Дерменджиева. Аспекти на екологичното географско образование в средното училище. Сборник доклади „Как да решим екопроблемите на България“. Велико Търново: Абагар, 1992, с. 55 – 62.

4. Дерменджиева, С., Т. Драганова. Географското образование и образователната реформа – ключ към превантивност и защита на населението при неблагоприятни природни явления – нормативна проекция. Сборник доклади от Научна конференция „Актуални проблеми на сигурността“ – 17-18 октомври 2019 г., Велико Търново, ИК на НБУ „Васил Левски“, 2019, с. 561 - 576. ISSN 2367-7473.

5. Драганова, Т. Екологичното и географското образование – нормативен конструкт в условията на образователна реформа. Сборник от Научна конференция 35 години Катедра „География“ във Великотърновски университет „Св. св. Кирил и Методий“, Велико Търново, 22 ноември 2019 г. Ред. Проф. д-р С. Дерменджиева. Велико Търново: Паус, 2020, с. 149 – 156.

---

<sup>25</sup> Дерменджиева, С., Т. Драганова. Географското образование и образователната реформа – ключ към превантивност и защита на населението при неблагоприятни природни явления – нормативна проекция. Сборник доклади от Научна конференция „Актуални проблеми на сигурността“ – 17-18 октомври 2019 г., Велико Търново, ИК на НБУ „Васил Левски“, 2019, с. 562.

<sup>26</sup> <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld> - Програма за устойчиво развитие 2030. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. (2015). Retrieved from. [07.11.2022]

<sup>27</sup> Цели за устойчиво развитие. Българска платформа за международно развитие (БПМР). Качествено образование. 2015 – 2030.

6. Закон за предучилищното и училищното образование, 2015, в сила от 01.08.2016 г.
7. Наредба № 13 от 21.09.2016 г. за гражданското, здравното, екологичното и интеркултурното образование, 2016.
8. Препоръка на съвета от 22 май 2018 година относно ключовите компетентности за учене през целия живот (текст от значение за ЕИП), 2018.
9. Райчева, Надежда. Междупредметната интеграция в средното училище. София: УИ „Св. Кл. Охридски”, 2019.
10. Цели за устойчиво развитие. Българска платформа за международно развитие (БПМР). Качествено образование. 2015 – 2030.
11. Dermendzhieva, S., T. Draganova. The concept of Sustainable Development in teaching of Geography and economy in the new educational realities. – In: 1st Istanbul International Geography Congress Proceedings Book, Istanbul University Press, Publication № 5255, Faculty of Economics Publication № 3465, Turkey, June 20-22, 2019, pp. 1110 - 1118, e-ISBN: 978-605-07-0714-4. DOI 10.26650/PB/PS12.2019.002.
12. Jacotă, Dan Romulus. Gravity Drainage – A Main Pillar in the Tertiary Oil Migration in Abandoned Reservoirs: I: Basic Concepts. Petroleul – Gas University of Ploiesti Bulletin, Technical Series. Ploiesti, Vol. LXVI, No. 4, 2014, pp. 91 - 98.
13. Zecheru Mihaela-Gabriela, Jacotă Dan, Bălteanu Valentin. Tracer tests vs. RST Studies in Romanian Reservoirs. Revista de Chimie, Bucharest, vol. 67, nr 12, 2016, pp. 2584 – 2591.
14. <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld> - Програма за устойчиво развитие 2030. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. (2015). Retrieved from. [07.11.2022]
15. <https://www.mon.bg/bg/28> - Учебни програми по класове, МОН. [07.11.2022].

**Адрес за кореспонденция:**

1. гл. ас. д-р Тамара Георгиева Драганова, ВТУ „Св. св. Кирил и Методий” – гр. Велико Търново, 0889904561, [t.draganova@ts.uni-vt.bg](mailto:t.draganova@ts.uni-vt.bg)
2. Анка Василева Цончева, гл. учител по физика и астрономия, математика и информатика (пенсионер), 0886999109, [avc\\_vt@abv.bg](mailto:avc_vt@abv.bg)



DOI: 10.34660/INF.2023.14.41.057

## ДЕЙСТВИЕ НА ЙОНИЗИРАЩИТЕ ЛЪЧЕНИЯ ВЪРХУ ЧОВЕКА И ЖИВИТЕ ОРГАНИЗМИ

Иван Иванов

## EFFECT OF IONIZING RADIATION ON HUMANS AND LIVING ORGANISMS

Ivan Ivanov

***Abstract:** Ionizing radiations are part of the electromagnetic spectrum, which have an impact on humans and our environment. When interacting with the body of living organisms, they cause a change in the structure of the tissues. The mechanism of impact and the changes they cause are shown.*

***Key words:** ionizing radiation, tissue, cell, impact*

### Увод

Облъчването с йонизираща радиация може да бъде външно - от източник, разположен извън организма, или вътрешно - от погълнати радиоактивни вещества. При много големи дози радиация и в двата случая се развива остра лъчева болест, която има пет форми:

1. Мълниеносна форма - болните умират веднага;
2. Церебрална форма - облъчените умират за 1-2 дни от мозъчна увреда;
3. Токсемична форма - смъртта настъпва за една седмица от образуваните в организма радиоотрови;
4. Стомашно-чревна форма - облъчените умират след две седмици от увреда на стомашно-ревната лигавица и от загуба на вода;
5. Костно-мозъчна форма - болните умират от кръвоизливи и инфекции поради силно намален брой на кръвните клетки.

При малки, но постоянни дози радиация или при несмъртоносни еднократни дози, ефектът се проявява след известно време - развива се хронична лъчева болест. Тя се изразява в умерено намаляване на броя на кръвните клетки и в общи прояви - вялост, раздразнителност, потене, безапетитие. Артериалното налягане се понижава, пулсът става неравномерен. Най-страшната последица на хроничната лъчева болест е ракообразуването. Ракът на кръвта /левкемията/ е една от главните причини за смъртта [1].

## **Класификация**

### **$\alpha$ -частици**

Представяват хелиеви ядра ( $\text{He}^{2+}$ ), ускорени до 20 000 km/s. Притежават най-високата йонизираща енергия. Това се дължи главно на голямата им маса (4 атомни маси).  $\alpha$ -частиците притежават също двоен положителен електричен заряд ( $2p^+$ ), поради което изменят траекторията си в магнитно поле. Основен техен източник е  $\alpha$ -разпадът. При него в продукта на разпада атомната маса намалява с 4, а поредният номер – с 2.

### **$\beta$ -частици**

Представяват електрони ( $e^-$ ), ускорени до скорост близка до светлинната (300 000 km/s). Притежават 15 пъти по-малък йонизиращ ефект, но значително по-голяма проникваща способност. Имат отрицателен електричен заряд. Основен техен източник е  $\beta$ -разпадът. При него в продукта на разпада атомната маса се запазва, но поредният номер е по-голям с единица.

### **$\gamma$ -лъчение/частици**

Фотони с много висока енергия. Няма електричен заряд, нито маса в покой. Основен източник е  $\gamma$ -разпадът.

При него в продукта на разпада не се променят атомната маса и поредният номер, но ядрото преминава в по-стабилно състояние.

### **Неутрони**

Електронеутрални частици с маса, близка до тази на протона. Самостоятелно съществуват кратко време, след което се разпадат до електрон и протон. Техен източник е неутронният разпад.

Към радиоактивните частици спадат също: позитрони, неутрино, мезони и други. Излъчват се и рентгенови лъчи с висока енергия.

### **Особености на биологичното действие на йонизиращите лъчения:**

- Липса на субективни усещания по време на облъчването- човек е лишен от специализирани рецептори за йонизиращите лъчения и не усеща тяхното въздействие.

- Наличие на латентен период след облъчването- това е времето от поглъщането на енергията на лъчението в организма до появата на здравните последици.

Продължителността на латентният период е различна е различна - минути, часове, години, десетилетия в зависимост от вида на ефекта и облъчването.

- Пострадиационно възстановяване - обикновено е непълно и с остатъчни увреждания от радиационна фиброза.

- Фазовост- цикличност в протичането на лъчевите увреждания.

- „Радиобиологичен парадокс“- неговата същност е в голямото несъответствие между количеството предадена енергия от йонизиращото лъчение и крайния биологичен ефект/ доза от 10 Gy е летална за всички

млекопитаещи, но представена като топлинна енергия тя се равнява на чаша изпит горещ чай/.

Данни за въздействието на йонизиращите лъчения върху човека са получени от:

- Пациенти подложени на облъчване по медицински показания
- Лица работещи с източници на йонизиращи лъчения
- Пострадали от аварии и инциденти с йонизиращи лъчения
- Претърпели атомните бомбардировки в Япония

#### 4. Биологични ефекти на йонизиращите лъчения

• Патогенетичните механизми на радиационното увреждане се свеждат до верига от процеси в следната последователност:

I етап: Физични процеси на поглъщане на лъчистата енергия.

II етап: Радиационно-химични процеси. В резултат на прякото и непрякото действие на йонизиращата радиация настъпват химични промени в биологично важни молекули.

III етап: Биохимични процеси. Включване на тези променени молекули в клетъчната обмяна.

IV етап: Функционални и морфологични биологични ефекти. Крайните клетъчни увреждания се изразяват основно в:

- клетъчна смърт и потискане на клетъчното деление
- мутации и малигнена трансформация на клетките

Тези два резултата имат коренно различни последствия за организма като цяло [2, 5].

*Таблица 1. Етапи на радиационно увреждане*

Времетраене	Радиационни ефекти	Етапи на радиационното увреждане
Части от секундата	Йонизация и възбуждане	<b>I. Физични процеси</b>
Части от секундата	<b>Образуване на свободни</b>	<b>II. Химични процеси</b>
Секунди	<b>Промени в биомолекулите (ДНК, белтъци и др.)</b>	<b>III. Биохимични процеси</b>
До часове	<b>Репарация на ДНК-уврежданията</b>	

<p><b>Часове, дни, седмици, месеци, години, десетилетия</b> <b>Генерации</b></p>	<p><b>1. Клетъчна смърт</b> <b>2. Мутации</b> <b>а) в соматични клетки</b> <b>б) в полови клетки</b></p>	<p><b>IV. Биологични ефекти</b> <b>1. Детерминистични ефекти</b> <b>2. Стохастични ефекти</b> <b>а) злокачествени заболявания</b> <b>б) наследствени заболявания</b></p>
--	--	--

• Биологичните ефекти от йонизиращите лъчения могат да се дължат на директното, на индиректно им действие, или и на двете.

Директно действие - когато дадена молекула е засегната (ДНК се разкъсва) от непосредствено преминаване през нея на йонизиращото лъчение по биологичен път.

Минималната доза, която може да се установи чрез отчитане на честотата им е 100-200 mGy (0,1-0,2 Gy) за рентгенови и гама-лъчи и 10-20 mGy за неутрони.

#### **Радиационни увреждания на клетъчно ниво.**

Клетъчното увреждане може да доведе до смърт на клетката, или алтернативно, до жизнеспособна, но модифицирана клетка. Тези две събития имат коренно различни последици за организма като цяло.

• Клетката може да запази жизнеспособността си и пролиферативната си активност, но да носи мутация.

Мутация означава изменение на унаследената генетична информация на клетката и е фактор за канцерогенезата.

• Радиационно индициран цитотоксичен ефект.

#### **Радиационно индуцираната клетъчната смърт бива 2 вида:**

Интерфазна клетъчна смърт. Летално увредената клетка умира скоро след облъчването без да претърпи последващо клетъчно деление. Наблюдава се при облъчване с високи дози ЙР и при диференцирани клетки.

Митотична клетъчна смърт. Летално увредената клетка може да претърпи едно или повече митотични деления и да загине след няколко клетъчни цикъла. Наблюдава се при облъчване с относително ниски дози ЙР и при активно делящи се клетки [3, 6].

Зависимост доза/ефект. Смъртността при облъчване на клетъчни линии е функция от дозата и има експоненциална зависимост.

#### **Модификация на радиационното клетъчно увреждане**

• Биологични фактори повлияващи лъчечувствителността

Лъчечувствителност по отношение на клетъчния цикъл:

По отношение на репродуктивна клетъчна смърт клетката е най-лъчечувствителна в митоза. По отношение на индуциране на хромозомно увреждане клетката е най-лъчечувствителна при облъчване преди митоза.

Независимо от фазата през която са облъчени, йонизиращото лъчение предизвиква блокиране или забавяне кинетиката на митотичния цикъл на клетките.

Репарация на радиационното увреждане: Клетката има различни механизми за репарирание на радиационно индуцираните увреждания.

- Физични фактори модифициращи радиационното увреждане

Качество на лъчението: Различните видове йонизиращи лъчения се различават по своя цитотоксичен ефект.

#### **Мощност на дозата:**

Времето за което в подадена дозата има съществено значение за степента на радиационния ефект поради възможността да се осъществи репарация на радиационното увреждане.

Фракционирано облъчване: Дози кумулирани многократно през интервали от време показват по-нисък биологичен ефект от същата тотална доза подадена еднократно. Облъчванията, които се срещат в ежедневния живот, като професионалното облъчване и по медицински показания са най-често от този тип.

Кислороден ефект: Съдържанието на кислород по време на облъчването може значително да повлияе лъчечувствителността на клетките и тъканите. Уврежданията при радиотерапията са по-големи в добре оксигенираната тъкан, отколкото в исхемичната тъкан.

Температурен ефект: хипотермията намалява лъчечувствителността на клетките и тъканите.

Радиопротектори: антиоксиданти като витамин А, С и Е, тиоли и други съединения съдържащи сулфхидрилни радикали.

Радиосензибилизатори: кислород, вода, съединения с висок електронафинитет като Metromidasol, Misonidasol.

#### **Радиационни увреждания на тъканите**

Увреждането на тъканите от облъчване не се проявява видимо, докато достатъчно голям брой от клетките не са разрушени. Поради това, радиационният ефект се регистрира след определена прагова доза. Освен това, клетките могат да загубят способността си за репродукция, но да запазят функционалната си активност. В този случай, появата на радиационният ефект ще зависи от продължителността на жизнения цикъл на клетката [4].

Лъчечувствителността на тъканите зависи от:

- лъчечувствителността на отделните клетки
- кинетиката на клетъчната популация

Според лъчечувствителността си тъканите могат да се разпределят в три категории:

- Тъкани с висока лъчечувствителност
  - ембрионална тъкан
  - лимфоидна тъкан
  - костномозъчна тъкан
  - гонади (тестиси и яйчници)
- Тъкани с умерена лъчечувствителност
  - кожа
  - бял дроб
  - бъбреци
  - черен дроб
  - леща на окото
- Тъкани с ниска лъчечувствителност
  - централна нервна система
  - мускули
  - костна и хрущялна тъкан
  - съединителна тъкан

• Хемопоеична тъкан. Клетките, прекурсори на хемопоезата са локализирани главно в костния мозък и са както недиференцирани, така и бързодепящи се. Те са извънредно чувствителни към радиационно увреждане, докато повечето зрели кръвни клетки са относително лъчерезистентни.

Изключение прави лимфоцита, матурирала кръвна клетка/която е относително лъчечувствителна.

• Кожа и лигавица. Клетките на криптите и вилите на тънките черва са силно пролифериращи и лъчечувствителни. Йонизиращата радиация причинява митотичен блок и смърт на епителните клетки на криптите последван от оголване на вилите, улцерации на стената на червата и септична инфилтрация.

• Полова тъкан. Клетките на репродуктивната система са високо лъчечувствителни:

• Тестиси. По отношение на клетъчна смърт по-лъчечувствителни са по младите клетки - сперматогонии. Зрелите сперматозоиди са по-чувствителни по отношение на лъчево индуцирани мутации. Те могат да получат генетично увреждане, но да преживеят облъчването. Яйчници. Йонизиращата радиация разрушава както яйцеклетката, така и матуриращия фоликул. Това намалява продукцията на хормони. Затова лъчевоиндуцирания стерилитет при жената се съпътства с изкуствена менопауза и ефекти върху вторичните полови белези.

- Централна нервна система. Високи дози облъчване водят до функционални промени в лъчерезистентните клетки на мозъка, които се регистрират като изменения в електроенцефалографията.

- Очна леща. Лещата на окото е оградена с лъчечувствителен кубичен епител. Радиационно индуцираната фиброза е причина за възникване на катаракта.

### **Защита от радиация**

Радиационната защита се определя от Международната агенция за атомна енергия (МААЕ) като „Защитата на хората от вредните ефекти от излагането на йонизираща радиация и средствата за постигане на такава защита“. Дефиницията на МААЕ също така гласи: „Възприетото разбиране на термина радиационна защита е ограничено до защита на хората. Предложенията за разширяване на дефиницията, така че да включва защитата на нечовешки видове или опазването на околната среда, са спорни“. Излагането може да бъде от източник на радиация, външен за човешкото тяло, или поради вътрешно облъчване, причинено от поглъщане на радиоактивно замърсяване .

Йонизиращата радиация се използва широко в промишлеността и медицината и може да представлява значителна опасност за здравето, причинявайки микроскопични увреждания на живата тъкан. Има две основни категории ефекти на йонизиращото лъчение върху здравето. При високо облъчване радиацията може да предизвика „тъканни“ ефекти, известни като „детерминирани“ и условно обозначавани с единицата грей, които водят до остра лъчева болест. При ниско облъчване има статистически повишен риск от рак, предизвикан от радиация, известен като „стохастични ефекти“ (условно обозначава с единицата сиверт).

Ключово за радиационната защита е избягването или намаляването на количеството облъчване, като се използват простите защитни мерки време, разстояние и покриване. Продължителността на излагането трябва да бъде ограничена до необходимата, разстоянието от източника на радиация да бъде увеличено максимално, а източникът да е покрит, когато е възможно. За измерване на индивидуалното количество поета радиация при професионално или аварийно облъчване се използват лични дозиметри за външна радиация, а при вътрешно облъчване поради поглъщане на радиоактивно замърсяване се прилагат техники за биоанализ.

За целите на радиационната защита и дозиметрична оценка Международната комисия по радиационна защита (МКРЗ) и Международната комисия по радиационни единици и измервания (МКРЕИ) публикуват препоръки и данни, които се използват за изчисляване на биологичните ефекти върху човешкото тяло на определени нива на радиация и по този начин какви са приемливите граници на поемане на дозата [1, 5].

МКРЗ препоръчва, разработва и поддържа Международната система за радиационна защита въз основа на оценката на големия брой научни изследвания, които да изравнят риска с нивата на полученото количество облъчване. Здравните цели на системата са „да управлява и контролира излагането на йонизираща радиация, така че да се предотвратят детерминиранияте ефекти, а рисковете от стохастични ефекти да се намалят до разумно постижима степен“.

Препоръките на МКРЗ се отправят към националните и регионалните регулатори, които имат възможност да ги включат в собствената си нормативна уредба. В повечето страни национален регулаторен орган работи за осигуряване на сигурна радиационна среда в обществото, като определя изисквания за ограничаване на дозата, които обикновено се основават на препоръките на МКРЗ.

#### **Използвана литература:**

1. <https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F>

2. [https://lubopitko-bg.com/biologichno\\_deistvie\\_na\\_ionizirashtata\\_radiacia.html](https://lubopitko-bg.com/biologichno_deistvie_na_ionizirashtata_radiacia.html)

3. [https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D1%89%D0%B8%D1%82%D0%B0\\_%D0%BE%D1%82\\_%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F](https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D1%89%D0%B8%D1%82%D0%B0_%D0%BE%D1%82_%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F)

4. <https://biologiq.dokumentite.com/art/biologichno-deistvie-na-ionizirashtite-lycheniq-1/87060>

5. Долчинков Н., Използване на ултравиолетови източници на светлина за унищожаване или намаляване на въздействието на Covid-19, Годишна научна конференция на НВУ "Васил Левски" – 28-29 май 2020 г. ISSN 1314-1937 т.6 стр. 194-204;

6. Dolchinkov N., Oleg A Loktionov, Plya V Korolev, Bonka E Karaivanova-Dolchinkova, Influence of Electromagnetic Waves on the Human Body, 2021 Sixth Junior Conference on Lighting (Lighting), 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/Lighting49406.2021.9599072, Electronic ISBN:978-1-6654-3792-9 CD:978-1-6654-3791-2

#### **Адрес за кореспонденция:**

*Иван Георгиев Иванов, студент, НВУ „Васил Левски”  
катедра „Защита на населението и инфраструктурата”  
E-mail: Vankou70@abv.bg*



DOI: 10.34660/INF.2023.32.81.058

## АНАЛИЗ НА КОНЦЕНТРАЦИЯТА НА РАДОН В ДЕТСКИ ГРАДИНИ В ДВЕ ОБЛАСТИ НА БЪЛГАРИЯ

**Н. Чобанова, Б. Куновска, Д. Джунакова, Ж. Джунова,  
К. Иванова**

## ANALYSIS OF RADON CONCENTRATION IN KINDERGARTEN IN TWO REGIONS OF BULGARIA

**N. Chobanova, B. Kunovska, D. Junakova, Zh. Junova,  
K. Ivanova**

***Abstract:** A measurement of palm oil content was made in kindergartens in Montana and Vratsa regions. The research was carried out under grant No. KP-06-H23/1/07.12.2018 during the program period. Based on the results obtained, recommendations were made to the relevant state and municipal authorities.*

***Key words:** Radon, kindergarten, research, influence*

### **Въведение**

Радонът в сградите се счита за най-важният замърсител на въздуха в помещенията, който оказва вредно въздействие върху здравето на населението. Въз основа на научни открития в световен мащаб се разработват политики за намаляване на вътрешните нива на радон в сградите с обща цел за намаляване на рисковете за здравето. Детските градини са обществени сгради с висок риск от облъчване с радон, тъй като децата прекарват значително време в тях. Въздухът в детските градини представлява особена причина за безпокойство, тъй като децата са изключително чувствителни и уязвими към нездравословни замърсители на вътрешната среда.



*Фигура 1. Карта на област Монтана и Враца и разположението им на територията на България*

### *Цел на изследването*

Настоящото изследване има за цел да направи анализ на концентрацията на радон в държавните детски градини и ясли на територията на две български области.

### *Материали и методи*

Областите Монтана и Враца се намират в Северозападна България (фиг. 1). Областите заемат почти еднаква площ от около 3600 km<sup>2</sup>. В Монтана и Враца има съответно 129 и 123 населени места.

Проучени са 98 държавни детски градини и ясли, разположени на територията на двете области. Измерени са всички помещения, в които децата и персоналят прекарват времето си, разположени в подземния (сутерен), партер, първи и над първи етажи. Измерванията са направени в подземния етаж, в случаите, че се използва. Обикновено в сутерена в детските градини се помещават кухнята или други административни помещения (стаи, използвани само от персонала).

### *Измерване на радон*

Проучването се координира от Националния център по радиобиология и радиационна защита (НЦРПЗ). Използвани са пасивни пистови детектори CR-39 тип RSKS. Периодът на извадката е от декември 2019 г. до май 2020 г. За всяка изследвана сграда е попълнена анкетна карта от персонала на детската градина, включваща следните параметри: точно местоположение, характеристики на сградата и навици на обитателите.

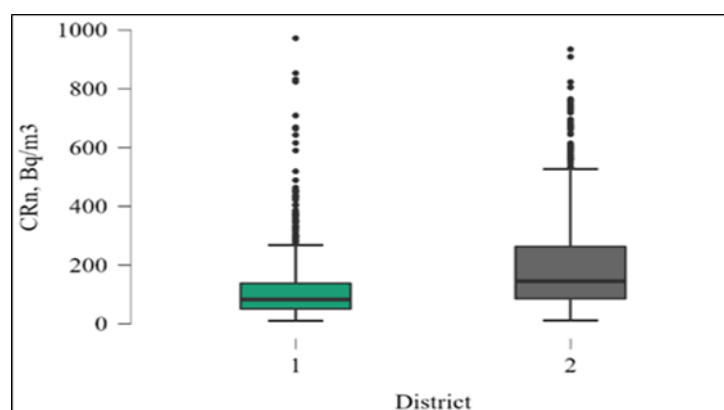
### Резултати

Статистическите параметри на концентрацията на радон в 1311 помещения на детските градини и ясли са представени в таблица 1. Хипотезата за логаритмично нормално разпределение на резултатите е проверена с теста на Колмогоров-Смирнов. Стандартното отклонение на стойностите е голямо, т.е. има по-голяма вариация около средната стойност. Общо вариациите на концентрацията на радон (CRn) са от 10 до 2029 Bq.m<sup>-3</sup>, със средна стойност 111 Bq.m<sup>-3</sup>, 86% от всички проби са под 300 Bq.m<sup>-3</sup>, т.е. националното референтно ниво за вътрешния въздух в сградите. Само 8% (n=102 помещения) и 6% (n=78 помещения) от всички измерени помещения имат стойности на концентрация на радон съответно над 300 Bq.m<sup>-3</sup> и 500 Bq.m<sup>-3</sup>.

*Таблица 1. Дескриптивна статистика на концентрацията на радон в измерените помещения*

Параметри	CRn, Bq.m <sup>-3</sup>
Брой	1311
Медиана	111
AM	176
Станд. отклон.	188
CV	1.06
Мин.	10
Макс.	2029

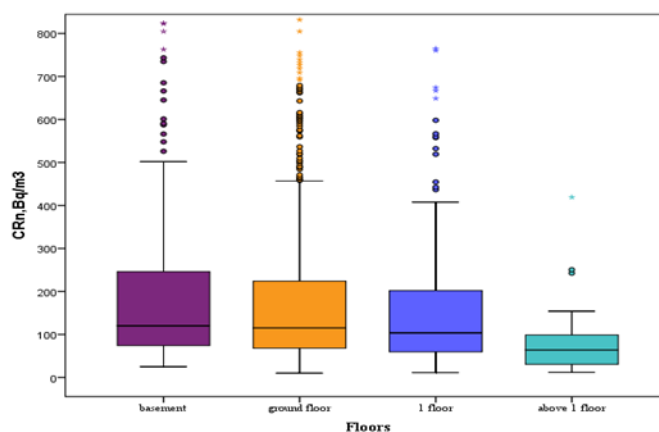
Разликата между данните от двете области беше оценена с теста Mann-Whitney U. Разликата в статистическата значимост беше потвърдена (MW, p<0,001). Разпределението на резултатите е показано на фиг. 2. Разликата се дължи на разнообразието в геологията и географията на двете области, които могат да се разглеждат като единици в оценката на риска от радон.



**Фигура 2.** Разпределение на резултатите в двете области (1 – Монтана; 2 – Враца)

Измерените помещения са групирани в зависимост от етажното им разположение, както следва: подземни помещения (n=301 единици), партер (n=1081 единици), първи (n=340 единици) и над първи етаж (n=65 единици). Най-високите нива на радон са измерени в помещенията, разположени на подземния етаж ( $1674 \text{ Bq.m}^{-3}$ ), а най-ниските нива на средноаритметични стойности ( $10 \text{ Bq.m}^{-3}$ ) са установени в помещенията, разположени над първия етаж.

Тези резултати потвърждават изводите от проучвания, проведени в училища в други български области Пловдив, Перник и Кърджали, че нивата на радон намаляват с увеличаване на етажа или разстоянието от източника на радон - скалата/почвата под сградата. В помещенията, разположени над първия етаж, също е оценена най-ниската стойност на CV = 55%.



Фигура 3. Разпределение на концентрацията на радон в помещенията по етажи

Фиг. 3 показва разпределението на CnR по етажи. Установена е статистически значима разлика между резултатите в подземния, партерния и над първия етаж, както и между помещенията на първия и над първия етаж (MW,  $p < 0.0001$ ). Между помещенията на приземния и първия етаж не се установява статистически значима разлика, докато между подземните помещения и тези на първия етаж значимостта е гранична (MW,  $p < 0.04$ ).

#### Заклучение

- Радонът допринася за около 52% от общото облъчване на населението от природни източници.
- Измерена е концентрацията на радон в 98 детски градини и ясли, разположени в две български области.
- Повишена концентрацията на радон се наблюдава предимно в спомагателни помещения, които се проветряват рядко и са разположени в подземния и приземния етаж.

- С увеличаването на етаж нивата на радон намаляват, което потвърждава заключението, че е достатъчно изследванията да се извършват на по-ниски етажи.

- Във всички случаи, когато се установи повишено CRn над 300 Bq.m<sup>-3</sup>, участващите в изследването организации се информират за получените резултати и се дават препоръки за намаляване нивата на радон.

#### *References*

1. European Union. Council Directive 2013/59/EURATOM of 5 December 2013 laid down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionizing radiation. Off. J. Eur. Union 2014, 13, 1–73.

2. WHO Handbook on Indoor Radon - A Public Health Perspective; World Health Organization Library Cataloguing - in - Publication Data; WHO, Switzerland, 2009.

3. Brenner, D.J. ICRP Protection against radon-222 at home and work. Ann. ICRP 1992, 23, 1–38.

4. National Statistics Institute, Montana and Vratsa Districts. 2021.

5. Ivanova, K. et al. Building-specific factors affecting indoor radon concentration variations in different regions in Bulgaria. Air Qual Atmos Health, 2017, DOI 10.1007/s11869-017-0501-0.

6. Pedro T. B. S. Branco et al. Children's Exposure to Radon in Nursery and Primary Schools. Int. J. Environ. Res. Public Health 2016, 13, 386.

6. NCRZR, 2019; 2021a; 2021b.

**Изследването е подкрепено от Фонд „Научни изследвания“ в рамките на грант № КП-06-Н23/1/07.12.2018 г.**

#### *Адрес за кореспонденция:*

*Н. Чобанова, Б. Куновска, Д. Джунакова, Ж. Джунова, К. Иванова  
Национален център по радиобиология и радиационна защита  
1606 София, ул. „Георги Софийски“ 3,*

DOI: 10.34660/INF.2023.60.15.059

## РАЗВИТИЕ НА ЯДРЕНАТА ЕНЕРГЕТИКА В СВЕТА ПРИ СЕГАШНОТО МЕЖДУНАРОДНО ПОЛОЖЕНИЕ

Антония Калчева

### DEVELOPMENT OF NUCLEAR ENERGY IN THE WORLD IN THE CURRENT INTERNATIONAL SITUATION

Antonia Kalcheva

***Abstract:** Nuclear energy occupies an important place in the world economy and provides more than 35% of the electrical energy needed for our lives. In the context of the energy crisis, more and more countries are rethinking their attitude towards nuclear technologies and their development.*

***Keywords:** nuclear energy, nuclear power plant, electricity, development*

#### УВОД

Ядрената енергетика е клон на енергетиката, обхващащ генерирането на електрическа и топлинна енергия от ядрени реактори. През 2012 г. 11% от електричеството в света е произведено в атомни електроцентрали. Първите ядрени реактори са построени през 1940-те години. В началото на 1950-те този вид енергетика навлиза в разцвет заради икономическия и военно-технологичен подем след края на Втората световна война. До средата на 1980-те са построени стотици ядрени реактори в десетки държави по света, а към 2012 година десетки са в процес на изграждане. Най-големите производители на енергия от АЕЦ в световен мащаб са САЩ, Франция, Южна Корея, Великобритания, Русия, Канада и Китай [1]. Някои държави планират изграждането на нови мощности, докато други големи производители планират закриване на мощности, а някои смятат да закрият всичките си АЕЦ като Германия (до 2022 г.), Белгия (до 2025 г.), Швейцария (до 2034 г.) Други, по-малки производители също изграждат нови реактори – Финландия изгражда OLKILUOTO-3 от 2005 г. а Аржентина изгражда АТУСНА-2 от 1981 г. Споровете около развитието на ядрената енергетика са свързани главно с повишаващата се цена на АЕЦ, безопасността им и радиоактивните отпадъци. Дебатите за безопасността възникват след три значими аварии в атомни електрически централи (АЕЦ) – в Трий Майл

Айлънд (САЩ) през 1979, в Чернобил (СССР) през 1986 и във Фукушима I (Япония) през 2011. Значителното радиоактивно замърсяване, съпътствало тези аварии, довежда до евакуации, повишаване заболяемостта от рак и икономически проблеми заради изплащането на обезщетения и разчистване на замърсените райони. Поддръжниците на ядрената енергетика изтъкват липсата на отрицателно влияние върху климата, ниската консумация на гориво и високата производителност на процеса като основни предимства.

Много военни и някои цивилни кораби (например някои ледоразбивачи) използват ядрено задвижване. На международно ниво се работи върху подобряване на безопасността. Например пасивна безопасност използване на термоядрена реакция и допълнително използване на произведената топлина – за производство на водород (за развиване на водородна икономика), за обезсоляване на солена вода или за централно отопление. В Европейския съюз като цяло, 30% от електричеството се произвеждат от атомна енергия. През 2004, атомната енергетика осигурява 6,5% от енергията и 15,7% от електричеството в света. САЩ, Франция, и Япония заедно произвеждат 57% от това електричество [2, 5].

#### **Изложение**

Ядрената енергетика е подсектор на енергетиката използващ контролирана ядрена реакция за създаване на енергия за механична работа, като най-често служи за генериране на електричество.

В Република България единственото предприятие използващо ядрената енергия в технологичния процес по производството на електроенергия е АЕЦ "Козлодуй" ЕАД, като обезпечава повече от една трета от националното годишно електропроизводство. Това определя особено важното значение на предприятието като фактор за икономическа стабилност в регионален и в национален план. АЕЦ "Козлодуй" произвежда най-евтината енергия в страната, с което осигурява поддържане на приемлива цена на електроенергията за крайните потребители в България.

В Европейския съюз като цяло, 30% от електричеството се произвеждат от ядрена енергия, като тенденцията е делът ѝ да се увеличава.

Ядрената енергия и йонизиращите лъчения се използват в съответствие с изискванията и принципите на ядрената безопасност и радиационната защита с цел осигуряване защитата на човешкия живот, опазване здравето и условията на живот на сегашното и бъдещите поколения, на околната среда и материалните ценности [3, 6, 8].

Ядрената енергия и ядрените материали се използват само за мирни цели в съответствие със Закона за безопасното използване на ядрената енергия и с ратифицираните по конституционен ред, обнародвани и влезли в сила за Република България международни договори.

Дейностите в сектор "ядрена енергетика", както във всеки сектор на енергетиката са строго регламентирани в международно-правна и национална нормативна рамка.

Министърът на икономиката, енергетиката и туризма е централен едноличен орган на изпълнителната власт, който разработва, организира, координира и контролира осъществяването на държавната политика в областта на икономиката, енергетиката и туризма [4].

Контролните функции на министъра на икономиката, енергетиката и туризма в подсектор "ядрена енергетика" са разписани подробно в Устройствения правилник на министерството. Дирекция "Сигурност на енергоснабдяването" като част от специализираната администрация на МИЕТ:

1. подпомага министъра при провеждане на държавната политика в областта на управление на радиоактивните отпадъци, управление на отработеното ядрено гориво и извеждане от експлоатация на ядрени съоръжения;

2. организира и координира дейностите при подготовка на предложение за изграждане на национално хранилище за съхраняване и/или погребване на радиоактивни отпадъци по ЗБИЯЕ;

3. изготвя, координира и осъществява мониторинг на стратегически планове в областта на извеждане от експлоатация на ядрени съоръжения;

4. осъществява мониторинг на изпълнението и координира мерките, произтичащи от задължения по международни договори, и дейностите по изпълнението на програми за повишаване на безопасността и надеждността, изграждането и извеждането от експлоатация на ядрени съоръжения.

Поради спецификата на процесите подсекторът попада и под сериозен регулаторен контрол от гледна точка на безопасността на съоръженията, използвани за производство на електроенергия. Контролът на безопасността се извършва от Агенцията за ядрено регулиране.

Освен контрола върху държавните дружества за производство на електроенергия, МИЕТ има задължения са дейностите по извеждане от експлоатация на ядрени съоръжения и управлението на радиоактивните отпадъци.

Извеждането от експлоатация на ядрени съоръжения е последната стъпка в жизнения цикъл на всяко ядрено съоръжение. Дейностите по извеждане от експлоатация обхващат всички административни и технически мерки, предприети, за освобождаване на ядреното съоръжение от регулиране по Закона за безопасното използване на ядрената енергия, включително затваряне на съоръжение за погребване на радиоактивни отпадъци или отработено ядрено гориво. Тези мерки включват и процесите на дезактивация и демонтаж на оборудване използване до този етап в технологичните процеси [1, 7].

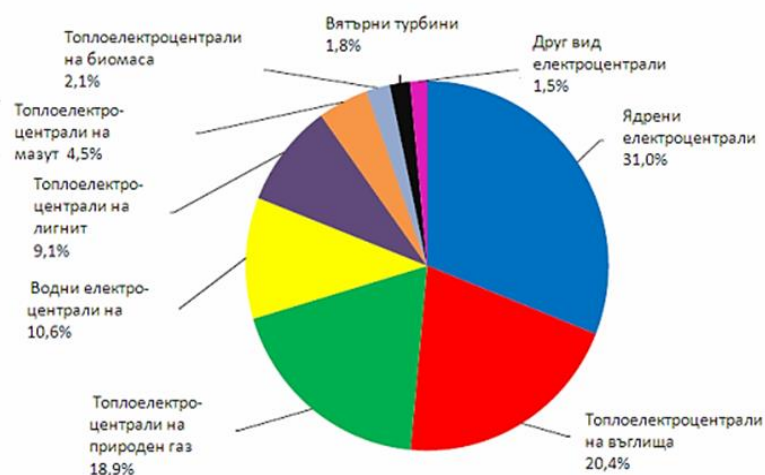


Управление на РАО - технологични операции включващи намаляване на обем, фазов преход в твърда форма, кондициониране, вкл. обработка, разполагане на отпадъците в опаковка, за преместване, транспортиране, съхраняване и/или погребване. Управлението на РАО може да включва и производство на опаковките за отпадъците и ако е необходимо осигуряване на допълнителна опаковка за защита.

Радиоактивен отпадък (РАО) - радиоактивно вещество в газообразна, течна или твърда форма, чието по-нататъшно използване не се предвижда от лицензианта или титуляра на разрешение (физическо и юридическо лице) и което се контролира от Агенцията за ядрено регулиране като радиоактивен отпадък съгласно Закона за безопасно използване на ядрената енергия, включително радиоактивен източник, чийто срок за безопасна експлоатация е изтекъл съгласно производствената документация;

Отработено ядрено гориво (ОЯГ) - ядрено гориво, което е било облъчено в активната зона на реактор и е окончателно извадено от нея. ОЯГ може да бъде считано като използваем ресурс, който може да бъде преработен или да бъде определено за окончателно погребване, без други намерения и третирано като РАО [1, 3].

Управлението на отработено ядрено гориво са всички дейности, които са свързани с манипулирането или съхраняването на отработено гориво, с изключение на превозването извън площадката на съоръжението.



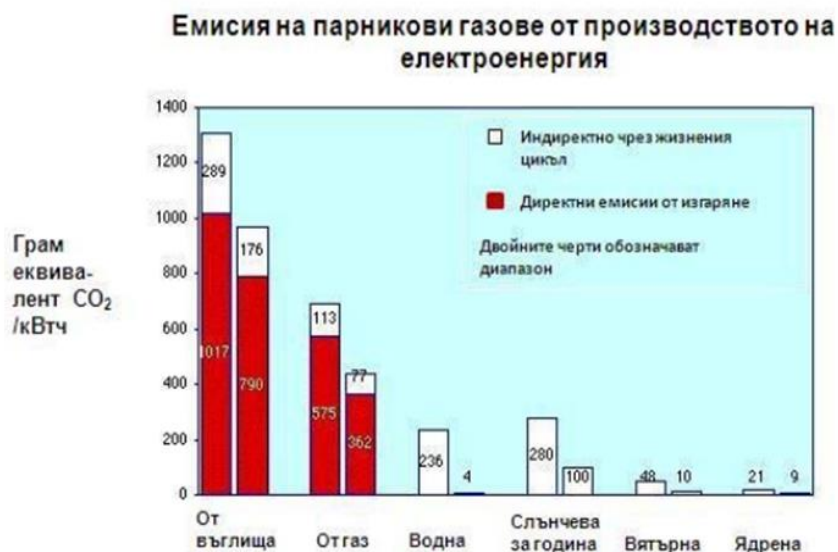
Фиг. 1. Производство на електрическа енергия

Ядрена централа - електроцентрала, в която енергията се генерира от един или повече ядрени реактори и която може да включва прилежащите съоръжения за управление на радиоактивни отпадъци и отработено ядрено гориво, разположени на една площадка, за които са предвидени обща физическа защита и аварийно планиране.

Ядрено съоръжение:

а) инсталация за обогатяване, завод за производство на ядрено гориво, атомна електроцентрала, съоръжение за преработка, изследователски реактор, съоръжение за съхранение на отработено гориво;

б) съоръжения за съхранение на радиоактивни отпадъци, които се намират на същата площадка и са пряко свързани с ядрените инсталации, изброени в буква а)



*Фиг. 2. Резултати от анализа на жизнения цикъл за емисия на CO<sub>2</sub> при производство на електроенергия чрез различни методи*

## Заклучение

В ядрената сфера предизвикателствата пред развитието на човешките ресурси са големи и уникални. Съществуват и класическите предизвикателства, касаещи човешките ресурси във всяка една сфера, свързани с образователната подготовка, набирането на персонал, последващо обучение и квалификация, механизми за задържане на съответните кадри, осигуряване на производителността. Тук действа и едно допълнително огромно предизвикателство – необходими са хора, които да гарантират ядрената сигурност и безопасност. На това огромно предизвикателство трябва да бъде отговорено на фона на сериозни обективни проблеми в областта на човешките ресурси, с които се срещат субектите в ядрената област. Това са: застаряващата работна сила, трудното привличане на млади хора, намаляващият брой студенти, съществуващият риск от загуба на натрупани знания и опит. При това е необходимо спазване на високи стандарти, а също така времето за професионална подготовка и натрупване на опит е значително.

### **Използвана литература**

1. Монтаж, експлоатация и ремонт на ядрени енергийни съоръжения, И. Хиновски и Б. Димитров
2. ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКАТА на България, 2009г., Академично издателство „Проф. Марин Дринов“
3. Записки по българската енергетика, 2021г., Иван Хиновски
4. Долчинков Н., Б. Караиванова-Долчинкова, Ролята на ядрената енергетика в световната икономика, Научна конференция „Радиационната безопасност в съвременния свят“, НВУ „В. Левски“- гр. В. Търново – 20 ноември 2020 ISSN 2738-7607 Print, ISSN 2603-4689 CD, стр. 250-259;
5. Долчинков Н., Б. Караиванова-Долчинкова, Съвременните планове за развитие на производство на електрическа енергия в световен мащаб и енергийната независимост на България, Научна конференция „Радиационната безопасност в съвременния свят“, НВУ „В. Левски“- гр. В. Търново – 17-19 ноември 2021 ISSN 2738-7607 Print, ISSN 2603-4689 CD, стр 392-399
6. <https://www.me.government.bg/>
7. <https://www.europarl.europa.eu/>
8. <https://cdn.ymaws.com/>

### **Адрес за кореспонденция:**

*Антония Християнова Калчева, студент, НВУ „Васил Левски”  
катедра „Защита на населението и инфраструктурата”*

DOI: 10.34660/INF.2023.85.43.060

## РЕНТГЕНОВО ЛЪЧЕНИЕ И ДЕЙСТВИЕ ВЪРХУ ОРГАНИЗМИТЕ

Алекс Иванов

### X-RAY RADIATION AND ACTION ON ORGANISMS

Alex Ivanov

*Abstract: X-ray beams were discovered more than 100 years ago and are increasingly used in medical diagnostics. But at the same time, when the load on the body increases, changes in the body can be caused.*

*Key words: x-ray, examination, medical diagnosis, organism*

Рентгеновото лъчение (често наричано и Рентгенови лъчи) е вид електромагнитно излъчване с дължина на вълната в обхвата от 0,03 до 3 нанометра, което отговаря на честота от 30 до 30 000 PHz (1 PHz = 10<sup>15</sup> Hz). Използва се в медицината за диагностика и в кристалографията. Рентгеновите лъчи са вид йонизиращо излъчване и могат да са опасни за живите същества.

В електромагнитния спектър рентгеновите лъчи се намират между ултравиолетовото излъчване и гама-лъчите [1, 5].

Изкуствен източник е рентгеновата тръба, вид електронна лампа аналогична по устройство на лампов диод, т.е. всеки лампов диод от ТХО на лампов телевизор може да бъде пуснат в режим на макар и слабо, все пак регистрируемо, рентгеново излъчване. Представлява стъклена тръба, в която е създаден вакуум. Катодът представлява метален елемент, нагриван с тънка спираловидна жичка (или самата спираловидна жичка е катод), която се нагрива от отделна отоплителна нисковолтова верига до няколкостотин градуса по Целзий, визуално до червено. Отделят се електрони (e<sup>-</sup>), които се насочват към анода, който представлява метална пластинка с положително напрежение. Под въздействие на прилаганото високо напрежение от порядъка на няколко хиляди волта от анода започват да се отделят рентгенови лъчи, които представляват фотони с много висока енергия, обикновено 5 – 10 keV. Анодът обикновено е плосък, разположен

под такъв ъгъл в стъкленото тяло на лампата, че да е удобно при монтаж рентгеновото лъчение да излиза на 45 градуса по оста [2, 7].



*Фиг. 1. Рентгеови лъчи*

### **ПОЛУЧАВАНЕ НА РЕНТГЕНОВИ ЛЪЧИ**

Рентгеновите лъчи се получават при удара на електрони (например от електронен лъч) с атомите на веществото-мишена в специална вакуумна лампа, наречена рентгенова тръба [3, 10]. Максималната енергия на фотоните на рентгеновите лъчи е ограничена от енергията на бомбардиращите електрони, която от своя страна зависи от приложеното напрежение, така че една вакуумна лампа с приложено напрежение 80 kV създава рентгенови лъчи с енергия максимум 80 keV. Съществуват два различни процеса на генериране на рентгенови лъчи при удар на електроните в мишената:

1. Спирачно лъчение (Bremsstrahlung): То е резултат от разсейването на електронните от силното електрично поле в близост до ядрата с висок атомен номер. Тези рентгенови лъчи са с непрекъснат спектър.

2. Рентгенова флуоресценция: Ако електронът притежава достатъчно енергия, той избива електрон от вътрешната електронна обвивка на атом на метала, така че електрон от по-горните му обвивки запълва образувалата се ваканция и при прехода излъчва фотон. Този процес се нарича емисия и полученият емисионен спектър е дискретен (съдържа няколко спектрални линии). Неговите спектрални линии зависят от материала на мишената (анода) и затова това излъчване се нарича характеристично рентгеново излъчване. Най-често електронните преходи са към най-вътрешната обвивка К (наричани К-линии) или следващата L (наричани L линии) и т.н.

Така общият вид на рентгеново излъчване, получено в резултат на електронна бомбардировка на метален анод изглежда по следния начин: непрекъснат спирачен спектър, чийто интензитет намалява до нула при напрежението на източника плюс няколко пика от характеристични линии.

И двата процеса са с много ниска ефективност – около един процент и затова, за да се получи практически приложим сноп от рентгенови лъчи, повечето от електрическата мощност се разсейва във вид на топлина. Затова една рентгенова тръба трябва да е специално проектирана, за да се отвежда топлината.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ НА РЕНТГЕНОВИТЕ ЛЪЧИ**

### **В медицината**

Поглъщането на рентгеновите лъчи от веществото се различава от поглъщането на светлината. Например прозрачното за видимата светлина оловностъкло почти изцяло поглъща рентгеновите лъчи и затова се използва за защита на работещите с рентгенова апаратура. Обратно, рентгеновите лъчи преминават през алуминиево фолио, което е непрозрачно за светлината, с минимално поглъщане. Органите и тъканите на човешкото тяло поглъщат рентгеновите лъчи в различна степен. Например костите и други тъкани, съдържащи калций, ги поглъщат по-силно от меките тъкани и именно това се използва в медицината за наблюдаване на вътрешните органи на човека – кости, бели дробове и др. Изследваната част от тялото се облъчва с рентгенови лъчи, които частично се поглъщат, а преминалите лъчи попадат върху екрана на флуороскоп или върху касета с фотографски филм. На екрана образът на обектите, които по-силно поглъщат рентгеновите лъчи (например костите) е светъл, а на по-слабо поглъщащите (като белия дроб, например) – тъмен. В съвременните компютърни рентгенови томографи тесен рентгенов сноп сканира послойно дадена част от човешкото тяло и образите на отделните слоеве се получават след компютърна обработка на интензитета на преминалото през тях лъчение [4].

### **В археологията**

Чрез качествен анализ на метални образци от археологически артефакти се получава информация за технологията на производството на бронзови, сребърни и позлатени изделия, за методите на създаване на тънки покрития от благородни метали, както и за произхода на суровините, използвани при производството – например в шуменските села Златар, Новосел и Надарево.

## **ВЪЗДЕЙСТВИЕ НА РЕНТГЕНОВИТЕ ЛЪЧИ ВЪРХУ ОРГАНИЗМИТЕ**

Установено е, че новата радиация може да предизвика промяна в кожата, наподобяваща слънчево изгаряне, но с по-дълбоко увреждане на кожата. В допълнение, тези язви изискват по-дълго време за заздравяване. Незнанието на възможните последствия доведе дори до ампутация на пръстите сред изследователи, ангажирани с тези коварни лъчи [1, 8, 10].

Постепенно се установи, че такива лезии могат да бъдат избегнати чрез намаляване на времето, дозата на радиация, чрез използване на екраниране на олово и дистанционно управление на процеса.

Рентгеновото увреждане може да има дългосрочна перспектива: временни или постоянни промени в състава на кръвта, чувствителност към левкемия, ранно стареене.

Как рентгеновото въздействие влияе върху тялото, т.е. биологичните ефекти зависят от това кой орган е изложен на радиация, каква е дозата на експозиция. Да кажем, облъчването на кръвотворните органи причинява заболявания на кръвта, гениталните органи - безплодие.

Систематичното излагане на дори малки дози може да доведе до генетични промени в организма [2, 6].

Тези данни са получени от експерименти върху експериментални животни, но генетиката предполага, че тези ефекти могат да се разпространят и в човешкото тяло.

### **ПОЛЗИ ОТ РЕНТГЕНОВИТЕ ЛЪЧИ**

Ползите от рентгеновите лъчи са много, веднага след откритето им се правят най различни машини и скенери, които се доказват многократно през годините като най-голямите постижения са рентгеновите апарати в медицината, следвани от скенерите в археологията и много други машини и уреди, които не помагат през годините.

До 70% от всички медицинска диагноза, или да потвърдят, главно с помощта на рентгенови лъчи. Той помага не само правилно да се диагностицира заболяването и да се определи нейния размер засегнатите райони, стадий на заболяването и тежестта на заболяването. X-лъчи са необходими за наранявания или счупвания. Без използването на рентгенови лъчи е трудно да се определи вероятно трябва хирургия.

Изключително чрез рентгенови лъчи извършена операция на плавателни съдове, защото в противен случай няма да може да види къде в стеснен кораба и как да се разширява. По този начин, често прекарват байпас и стентирание на артериите. Всичко това - на ползата, която носи медицина и, съответно, болни хора, рентгенов лъч. Рентгенова щети - това е излагане. Но трябва да се отбележи, че това е увреждане на здравето да се опитва да намали експерти проучват въпроса за радиационна безопасност. Все пак, ако човек веднъж в една или две години ще бъде рентгенова, здравето му няма да пострада доста - ние лятото на плажа един ден се получи същия експозицията [3, 9].

### **ВРЕДИ ОТ РЕНТГЕНОВИТЕ ЛЪЧИ**

Безусловно йонизиращото излъчване не е полезно за организма. С това не спорят и специалистите. Неслучайно такъв тип изследвания не се правят на деца под 15 години и на бременни и кърмещи жени, ако за това няма преки медицински показания. Прилагането на рентгенови апарати при децата е много по-опасно, тъй като те са 20 пъти по-чувствителни.

Често и след рентгенова диагностика се дават и няколко дни отпуск за възстановяване у дома.

Различните органи от човешкото тяло поглъщат различно количество от рентгеновото лъчение. След направена снимка ясно се виждат органите и костите с различна наситеност. Органите, които поемат повече от рентгеновото лъчение се, виждат с по-тъмен цвят, а тези, които го поемат по-слабо, са в по-блед цвят. В някои случаи в резултат от прекомерно използване на рентгенови лъчи върху организмите и хората е възможно да се образуват тумори. Една от другите тежки болести, до които може да доведат рентгеновите лъчи е лъчевата болест, затова не трябва да се прекалява с рентгеновите облъчвания на хората и трябва всичко да се прави под контрола на лекари.

Клетките на човешкия организъм биват повлиявани от рентгеновите лъчи, което води до физични изменения. С времето, ако бъде прекалено с рентгеново облъчване, е възможно да настъпят увреждания на клетките, което се проявява под формата на различни заболявания.

### **ИСТОРИЯ НА РЕНТГЕНОВИТЕ ЛЪЧИ**

Рентгеновото лъчение е открито на 8 ноември 1895 г. от професора във Вюрцбургския университет в Германия Вилхелм Конрад Рентген (Рьонтген)(1845 – 1923) при провежданите от него опити с електрически разряди в газове. Той използвал стъклена тръба с два електрода, изпомпана до налягане 100 000 пъти по-ниско от атмосферното. Тя била обвита в черна хартия, непропускаща видимата светлина, предизвиквана от катодните лъчи и излъчвана от областта около анода [4, 5].

Рентген забелязал, че намиращите се на известно разстояние от тръбата бариеви кристали светят в тъмнината. Изключил напрежението на тръбата и кристалите угаснали. Той поставил недалеч от нея екран, покрит с бариеви соли, който светвал всеки път, когато включвал напрежението и угасвал след изключването му.

Ученият започнал да поставя предмети от различни материали между тръбата и екрана. Картонът, хартията, ебонитът не влияели на яркостта на светене, докато металните предмети хвърляли сянка върху екрана. Поставил дланта си на пътя на тези „X-лъчи“, както ги наричал той. На екрана се появило изображение на костите от скелета му, те почти не пропускали неизвестните проникващи лъчи. Меките тъкани обаче били прозрачни за рентгеновите (по-правилно рьонтгеновите) лъчи.

Статията му „За новия род лъчи“, в която описвал свойствата им, обиколила буквално целия свят, а по-късно била издадена като отделна брошура на всички европейски езици. Получил е първата Нобелова награда за физика – през 1901 г. – „в знак на признание за необикновено важни заслуги пред науката, изразени в откриването на лъчи, наречени впоследствие в негова чест“.

Но Рентген така и не съумял да обясни природата на загадъчните лъчи. Той дори не подозирал за съществуването на електроните, а всъщност точно



намаляването на тяхната скорост в стъклото на тръбата е причината за появяване на излъчването на „X-лъчите“ и на зеленикавата видима светлина.

## **ИЗВЕСТНИ ЛИЧНОСТИ СВЪРЗАНИ С ОТКРИТИЕТО И РАЗВИТИЕТО НА РЕНТГЕНОВИТЕ ЛЪЧИ**

### **Никола Тесла**

През април 1887 г. Никола Тесла започва да изследва рентгеновите лъчи /X-лъчи/, използвайки високоволтова вакуумна тръба по собствен дизайн. От неговите публикации става ясно, че е изобретил специална едно-електродна X-лъчева тръба, която се различава от другите по това, че няма електрод за мишена. Той ги обявява през 1897 г. в лекцията си за рентгеновите лъчи пред Нюйоркската Академия на Науките.

Принципът на устройството, създадено от Тесла, в днешно време е наречен „спирачно лъчев (Bremsstrahlung) процес“, при който се образува високоенергийно вторично рентгеново излъчване, когато заредени частици /като електроните/ преминават през материя. До 1892 г. Тесла прави няколко такива експеримента, но не категоризира излъчването като рентгеново, както е наречено по-късно. Вместо това феноменът е наречен „лъчиста енергия“. Тесла не обявява официално откритията си, нито ги прави всеобщо известни. Резултатите от неговия следващ експеримент, в който изолира силни полемии емисии, му позволили да осведоми научното общество за биологичния риск, свързан с рентгеновите лъчи.

### **Хайнрих Херц**

През 1892 г. Хайнрих Херц започва да експериментира и да демонстрира как катодните лъчи могат да проникнат през много тънък метален станиол /като алуминия/. Филип Ленард, студент на Херц, провежда по-нататъшни изследвания. Той създава версия на катодната тръба и изучава проникването на рентгенови лъчи в различни метали. Филип Ленард не разбира, че създава X-лъчи.

### **Херман фон Хелмхолц**

Херман фон Хелмхолц формулира математическото уравнение на X-лъчите. Той предлага теорията за разпръскването преди Ръонтген да направи откритието си и да го обяви. То било оформено около електромагнитната теория за светлината /Хидман Анален, XLVIII в./. Въпреки това, той не е работил със същински рентгенови лъчи.

## **Източници**

1. Уикипедия
2. <https://zdrave.rozali.com>
3. [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net).
4. <https://dental-xray.bg>

5. Dolchinkov N., Oleg A Loktionov, Ilya V Korolev, Bonka E Karaivanova-Dolchinkova, Influence of Electromagnetic Waves on the Human Body, 2021 Sixth Junior Conference on Lighting (Lighting), 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/Lighting49406.2021.9599072, Electronic ISBN:978-1-6654-3792-9 CD:978-1-6654-3791-2;

6. Харалампиев М., Екологични проблеми, породени от химическо оръжие, Екология и бъдеще. № 1-2р 2011, стр. 37-42, ISSN - 1312-0751;

7. Padarev N., Chemical, biological, radiological and nuclear threats in the hybrid war context, Science. Business. Society. Vol. 4 Issue 3 (2019), ISSN PRINT 2367-8380. Sofia. 2019. pp.118-119;

8. Директива 2004/108/ЕО на Европейския парламент и на Съвета от 15 декември 2004 година относно сближаването на законодателствата на държавите-членки относно електромагнитната съвместимост и за отмяна на Директива 89/336/ЕИО;

9. Долчинков Н., Приложение на Индустри 4.0 във военното производство в България, Годишник на НВУ „Васил Левски“ част 1, 2019 година, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски“ В.Търново, ISBN 1312-6148, стр. 157-1669. <https://www.vesti.bg/sviat/>

10. <https://bg.wikipedia.org/wiki/>

***Адрес за кореспонденция:***

*Алекс Анатолиев Иванов, студент, НВУ „Васил Левски“  
катедра „Защита на населението и инфраструктурата“*

DOI: 10.34660/INF.2023.38.32.061

## ОЦЕНКА НА РАДИОПРОТЕКТИВНИЯ ЕФЕКТ НА ХЕМОЦИАНИН ОТ RAPANA THOMASIANA ПРИ МИШКИ

Милка Милева, Иван Киндеков, Пенка Петрова, Светла  
Данова

### EVALUATION OF RADIOPROTECTIVE EFFECT OF RAPANA THOMASIANA HEMOCYANIN IN MICE

Milka Mileva, Ivan Kindekov, Penka Petrova, Svetla Danova

***Abstract:** Hemocyanins are copper-containing respiratory glycoproteins with quaternary structure. They are found in the haemolymph of some invertebrate species from the Molluska and Arthropod families. Hemocyanins are characterized with structural heterogeneity, high molecular weights and presence of carbohydrate component and act as strong activators of the immune system. Radiation exposure led to 100% mortality rate, ulceration in the stomach mucosa and decrease formation of spleen colonies as a marker of endogenous haemopoiesis.*

***Key words:** radioactive exposure, mice, research, hemocyanin, rapana thomasiana*

Hemocyanins are copper-containing respiratory glycoproteins with quaternary structure. They are found in the haemolymph of some invertebrate species from the Molluska and Arthropod families. Hemocyanins are characterized with structural heterogeneity, high molecular weights and presence of carbohydrate component and act as strong activators of the immune system. Radiation exposure led to 100% mortality rate, ulceration in the stomach mucosa and decrease formation of spleen colonies as a marker of endogenous haemopoiesis.

***Aim:***

To evaluate the radioprotective effect of *Rapana thomasiana* hemocyanin (RtH) against radiation-induced injuries in stomach ulcers, survival time and endogenous haemopoiesis, and post-radiation recovery in male albino mice (C3H strain).

***Materials and methods:***

Experimental animals (male albino mice C3H strain), divided in groups, which is supplemented with hemocyanin in different doses, and control group were used. RtH was administered intraperitoneal in a single dose of 50, 100, 150 and 200 mg/kg body weight (b. w.) once a day for five consecutive days before irradiation. All groups were irradiated with a single dose of 7.5 Gy gamma irradiation from Cs 137. Radiation dose of 7.5 Gy (LD 100/30) from <sup>137</sup>Cs with a dose rate of 2.05Gy/ min. Stomach ulcer index and spleen colony assay were performed.

***Results:***

Radiation exposure led to 100% mortality rate, ulceration in the stomach mucosa and decrease formation of spleen colonies as a marker of endogenous haemopoiesis. In the present study, we investigated an aspect of the biological activities of RtH and its radio-protective capability in an experimental mice model after supplementation with daily doses of 50 mg/kg b. w to 200 mg/kg b. w for 5 consecutive days before radiation exposure. Mortality has been observed for 30 consecutive days after the last day of administration. Irradiation of animals with 7.5 Gy resulted in sickness within 7-10 days after exposure. The symptoms included a reduction in food and water intake, weight loss, and diarrhea. All of them are reported as gastrointestinal and hematopoietic symptoms.

Pre-treatment with RtH in doses of 150 and 200 mg 6 kg b. w. led to an increase in the period (up to 10 days) without clinical symptoms induced by radiation.

***Conclusions:***

Administration of RTH increases life expectancy. Administration of *RTH* decreased ulcer area and ulcer index in experimental animals. Administration of *RtH* increase several endogenous spleen colonies. Our research demonstrates that hemocyanin is an effective nontoxic protective agent against radiation-induced lethality in mice model system. It could be expected that *RTH* will find a use in mitigating radiation induced injury and enhanced radio recovery.

***Acknowledgments:***

This work are supported by the Programm to strengthen the partnership with JINR-Dubna, Russia, under a protocol for joint research on the role of ionizing radiation on microbial coenoses.

*Адрес за кореспонденция:*

*Milka Mileva<sup>1\*</sup>, I. Kindekov<sup>2</sup>, Penka Petrova<sup>1</sup>, Svetla Danova<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>The Stephan Angeloff Institute of Microbiology, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria; 26, Acad. Georgi Bontchev, str.1113, Sofia, Bulgaria (milkamileva@gmail.com)*

*<sup>2</sup>Haematology Department, Military Medical Academy, ul. "Sveti Georgi Sofiyski" 3, 1606 Sofia, Bulgaria*

DOI: 10.34660/INF.2023.88.14.062

## ИЗЛАГАНЕТО НА РЕНТГЕНОВИ ЛЪЧИ МОЖЕ ЛИ ДА ПОВЛИЯЕ НА ПОЛЕЗНАТА МИКРОБИОТА?

Лили Добрева, Ваня Велкова, Милка Милева, Христина  
Сбиркова-Димитрова, Иван Киндеков, Светла Данова

## DO THE X RAY EXPOSURE MAY AFFECT BENEFICIAL MICROBIOTA?

Lili Dobрева, Vanya Velkova, Milka Mileva,  
Hristina Sbirкова-Dimitrova, Ivan Kindekov Svetla Danova

***Abstract:** Lactic acid bacteria (LAB) are widely accepted as beneficial microbiota that promote human health and well-being. They are important part of the human microbiome with a significant role in gut homeostasis. Several Lactobacillus strains are proven probiotics (from Greek Pro-for and bio-health). They possess a broad spectrum of activity and are able to restore dysbiosis, resulting from environmental stress, antibiotics, etc. With understanding of their important role, several physical factors are studied. Limited data, however, exists on the effects of ionization irradiation on probiotic LAB.*

***Key words:** x-rays, gamma rays, research, impact, microbiota*

### **Background:**

Lactic acid bacteria (LAB) are widely accepted as beneficial microbiota that promote human health and well-being. They are important part of the human microbiome with a significant role in gut homeostasis. Several Lactobacillus strains are proven probiotics (from Greek Pro-for and bio-health). They possess a broad spectrum of activity and are able to restore dysbiosis, resulting from environmental stress, antibiotics, etc. With understanding of their important role, several physical factors are studied. Limited data, however, exists on the effects of ionization irradiation on probiotic LAB.

### **Aim:**

The aim of our study was to select lactobacilli with a broad spectrum of antagonistic activity and to assess the biological effects of short-term exposure to X-ray on a candidate-probiotic LAB mix.

### **Materials and methods:**

20 *Lactobacillus* strains from the laboratory collection of The Stephan Angeloff Institute of microbiology, Sofia, were studied. They were cultivated in MRS broth, milk, and soya milk and produced postmetabolites were tested for activity against *Escherichia coli*.

### **X-ray exposure:**

In the Institute of Mineralogy and crystallography, BAS (Cu, 1.54 Å (3 types of Cu optics, mirror, line 15 mm x 2 mm (point 0.500, 270 or 100 microns point focus) 50 kV 20 to 40 mA (possible 60 kV) - as close as 10 mm from samples - up to 200 mm from the sample.

### **Results:**

A group of 27 lactobacilli from the genus *Lactobacillus*, *Lactoplantibacillus*, *Lacticaseibacillus* and *Limosilactobacillus*, with dairy and human origin, were assessed. In vitro estimation of probiotic potential allowed the pre-selection of 12 strains. Six of them were combined in a candidate-probiotic multibacterial mix. Short exposure of living LAB cells to low dose of X-ray did not significantly affect their post-irradiation growth and biofilm formation. Activity against *E. coli* of lyophilized mix was conserved too. However, a quorum sensing changes in viability and protective biofilms may be noted for 60 min X-ray exposure of lyophilized LAB cells. The spectrum of antibiotic susceptibility was also compared.

### **Conclusion:**

Considering the initial findings of our study, more research in this challenging area is needed to expand the borders of our knowledge about probiotics behavior under ionization.

### **Acknowledgment:**

The authors' express gratitude to the JINR-Dubna, Russia and Ministry of Education and Science for financial support and to partners from the Laboratory of Radiation biology-JINR.

### **Адрес за кореспонденция:**

*Lili Dobрева<sup>1</sup>, Vanya Velkova<sup>1</sup>, Milka Mileva<sup>1</sup>, Hristina Sbirikova-Dimitrova<sup>2</sup>, Ivan Kindekov<sup>3</sup> Svetla Danova<sup>1\*</sup>*

<sup>1</sup> *The Stephan Angeloff Institute of Microbiology - Bulgarian Academy of Sciences, associated with Institute Pasteur International Network; 26, Georgi Bonchev str., 1113 Sofia, Bulgaria*

<sup>2</sup> *The Institute of Crystallography – Bulgarian Academy of Sciences; 107 Georgi Bonchev str., 1113 Sofia, Bulgaria*

<sup>3</sup> *Haematology Department, Military Medical Academy, Sofia, Bulgaria*

\*Email: [stdanova@yahoo.com](mailto:stdanova@yahoo.com) or [std@microbio.bas.bg](mailto:std@microbio.bas.bg)



DOI: 10.34660/INF.2023.62.52.063

## ПРИЛОЖЕНИЕ НА ЕЛЕКТРОМАГНИТНИТЕ ВЪЛНИ ВЪВ ВОЕННОТО ДЕЛО

Янита Върбанова

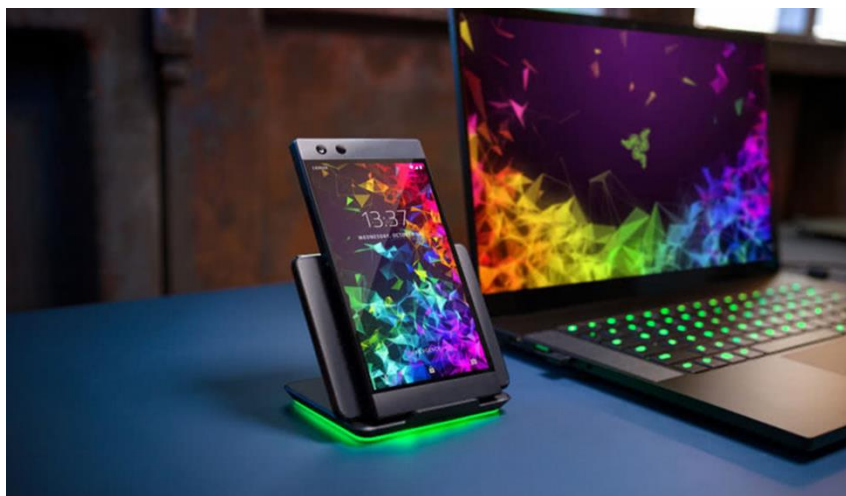
## APPLICATION OF ELECTROMAGNETIC WAVES IN MILITARY AFFAIRS

Yanita Varbanova

**Abstract:** *Electromagnetic waves have found great application in the last 100 years. Along with the economy, they are also used in military affairs, and in some cases they even find a priority application. Some interesting applications of electromagnetic waves are discussed.*

**Keywords:** *electromagnetic waves, detection, radar, tracking*

Съвременните технологии дават голяма възможност за развитие в различните икономики и отрасли, защото представляват едно удобство от което повечето се възползват. Например най-често използваното средство за комуникация е телефонът на външен вид устройство с достъпни функции за всеки с голямо приложение в света като цяло. Телефоните днес са не само признак за социално положение, но и мултифункционални средства за комуникация. Може би всеки втори се нуждае от такова средство за комуникация, тъй като работата би била много по-лесна и пълноценна [1, 7].



Фиг. 1. Съвременни комуникационни средства

Комуникацията е процес в който двама или повече души обменят информация за различни естества . Тази обмяна на информация може да се случва по много различни начини . Пряка и опосредствана комуникация – според вида на използваната медия. При пряката се използват само телесни средства, а при опосредстваната се използват странични технически средства.

Появяват се през 30-те години на ХХ век. Те са механични, аситуативни, нехуманизирани. Едни от първите линейни модели е на Карл Бюлер, който представя комуникацията като протича между адресант и адресат във връзка с определен предмет. През 50-те години на ХХ век се появяват първите многокомпонентни модели, но също от линеен тип на американците Шенън и Уивър. Първият недостатък на всички линейни модели е това, че те предполагат просто трансляция на някакво съобщение, което без проблеми се възприема със смисъла, който е имал предвид изпращачът. Вторият недостатък е, че те представят една идеална ситуация в абстрактни условия [2, 8, 12].

Актуално е хората да общуват и чрез факсове, какво представлява факсът и как се осъществява връзката? Писмата, които преди години поставяхме в плик с марка и изпращахме по пощата, днес можем да изпратим светкавично с помощта на факс (или компютър) по телефонната линия. Този вид комуникация може да се извърши независимо от разстоянията, необходимо е само наличието на факс от двете общуващи страни- изпращача и получателя на писмото. Факсът сканира образа, като го прочита по цифров път и след това го превежда в аналогов сигнал, тъй като част от телефонните линии в момента са все още аналогови, предава го на телефонната линия, за да бъде превърнат отново в цифров сигнал и прочетен от приемник [5, 11].

Факсът бива изместен обаче с нещо още по-лесно използваемо от хората и това е именно интернетът и компютърните свързки. Историята не познава по-бързо развиваща се медия. Само преди десетина години Интернет беше територия единствено за избраници. Сега Интернет е най-масовото средство за глобална комуникация. В България, през 1996 Интернет потребителите са били около 10 хиляди, през 2001 те са вече 600 хиляди, а по последни данни, от началото на 2007, броят им вече надминава два милиона и бързо се увеличава с всеки изминал месец. Стремглавото навлизане на блоговете и сайтове за общуване сред PR инструментите е най-осезаемият фактор, който оказва влияние върху анализирането на тази дейност. Директната комуникация с целевите публики дава акцента на постигнатото въздействие, показва тона на комуникацията (дали е положителен или отрицателен), дава възможност за доуточняване на детайли, които са останали неразбрани от прессъобщението или друг вид послание [4, 9].



*Фиг. 2. Военна компютърна конфигурация*

Военните използват специални компютри пригодени за мисия или по-екстремни ситуации, тъй като тяхното ежедневие 90% от времето е свързано с голяма динамика. Повечето преносими компютри са пригодени за работа при нормални условия в къщи, в офиса, навън. Всеки знае, че те са силно уязвими при падане, при намокряне от дъжд или изливане на течности разположени в непосредствена близост.

Затова се произвеждат т.нар. бронирани компютри. Използват се главно за военни цели и при работещите при неблагоприятни полета, екстремни условия. Каква е технологията на защита при тези компютри? Производителите на такива лаптопи, често използват формата на куфар с ръчка за носене. Корпусът се състои 90% от метал. Болшинството от тези здрави компютри нямат активна система за охлаждане, това лишава попадането на прахоляк във вътрешността им. Всички портове са закрити и уплътнени. LCD екраните са изработени по технология с течни кристали /LCD - Liquid Crystall Display - течно-кристален дисплей, те са много чувствителни на допир и могат да бъдат лесно повредени. При бронираните компютри се реализират гъвкави окачвания, благодарение на формата им като куфар с панци, които предпазват дисплея и поемат ударите. Устойчивите на усукване магнезиеви сплави на дисплеите при тези компютри предотвратяват огъването или счупването им. Те са сензорни или т.нар. мултитъч скрийн. Много от моделите са изработени с т.нар. Gorilla Glass екрани, което ги прави устойчиви на удари и надраскване [3, 10].

Друг силно уязвим компонент на компютъра е твърдият диск, който може да излезе от строя при падане на преносимия компютър дори и от малко разстояние, поради механиката. Използването на SSD е по-надежден вариант в това отношение, а и не само, но дори и той не може да издържи на удари, ако те са твърде мощни и продължителни. Затова при бронираните преносими компютри, производителите са се погрижили, дискът да се

съхранява в специален контейнер с гелови възглавници, които му осигуряват необходимата защита при вибрация или падане от големи височини.

Клавиатурите използвани при защитените преносими компютри са гумирани и мембранни. Производителите са се погрижили да направят не само устойчиви на вода клавиатури, но и водопронепускливи, капсулирани и с осигурена защита на компоненти в нея от водата. Естествено не липсва и подсветката [6, 12].

Гумираните клавиатури съчетават в едно механизмите за контакт и позициониране на клавишите. Специално набраздена плоскост, направена от еластичен материал и оформена като чашка се поставя под всеки клавиш.

Този тип клавиатури не са удобни за печатане на по-голям набор от текст, тъй като натискането на клавишите е по-трудно. Но са надеждно защитени от попадането на течности и прахоляк във вътрешността ѝ.

Мембранните клавиатури приличат на гумираните, като вместо еластични подложки използват тънки пластинки - мембрани. Те са по-удобни при печатане повече време, но са уязвими на влага и прах.

При бронираните преносими компютри има допълнителна възможност да се постави втора батерия, която да увеличи режима на работа до около 30 часа.



*Фиг. 3. Военен преносим компютър*

България е първата държава в света, която създава заглушители или тъй наречените стършели. През 1992 г. след поредица от аматорски гафове

се разшумя т.нар. македонска и боливийска сделка. През 1994 г. гръмнаха още две оръжейни афери – „албанската“ и „йеменската“. Сега на дневен ред излезе „Стършелгейт“. Според шумно разгласената от Военна прокуратура версия арестуваните офицери продавали военни тайни. Преди време те регистрирали на имената на съпругите си частни фирми с предмет на дейност туризъм и търговия. Под прикритието на легалния бизнес четворката обаче започнала да търгува с разработки на института и по-точно на звеното, в което работят. За три години офицерите завъртели милиони, при обиска на една от фирмите били открити ценни книжа за над 700 хил. лв., в дома на полк. Съслеков е намерена скъпа апаратура, собственост на военния институт, твърдят осведомени. Според прокурорите изтъргуваните от офицерите изделия били топ-техника - радиозаглушители от системата „Стършел“. По този повод те споделиха съмнения, че задържаните са установили контакт с чужди служби. Все пак не оставят нещата така, защото създателите на Стършелгейт биват уволнени. „Стършелът“ е устройство, с което се заглушават вражеските радиовръзки и се предизвиква хаос в ефира. Това са няколко различни изделия, общото между които е, че използват еднакъв предавател на радиосмущения. Разработването на уникалния радиозаглушител започва през 1978 г. Възложител е Министерството на отбраната. Главни изпълнители по договора за „Стършел“ са НИТИ - Казанлък, и институтът на МО. В средата на 80-те години е готов първият вариант на „Стършел“, който е предназначен за 152 мм снаряди. Към края на 80-те е готов и вторият - за 122 мм снаряди.

### **Литература:**

1. Уикипедия
2. <https://zdrave.rozali.com>
3. [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net).
4. <https://dental-xray.bg>
5. Dolchinkov N. Radiation safety of Bulgaria in the contemporary international situation, Security and defence Quarterly No 4(13)2016, War Studies University, Warsaw, Poland, стр 3-14;
6. Dolchinkov N., Oleg A Loktionov, Ilya V Korolev, Bonka E Karaivanova-Dolchinkova, Influence of Electromagnetic Waves on the Human Body, 2021 Sixth Junior Conference on Lighting (Lighting), 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/Lighting49406.2021.9599072, Electronic ISBN:978-1-6654-3792-9 CD:978-1-6654-3791-2;
7. Харалампиев М., Екологични проблеми, породени от химическо оръжие, Екология и бъдеще. № 1-2р 2011, стр. 37-42, ISSN - 1312-0751;

8. Padarev N., Chemical, biological, radiological and nuclear threats in the hybrid war context, Science. Business. Society. Vol. 4 Issue 3 (2019), ISSN PRINT 2367-8380. Sofia. 2019. pp.118-119;

9. Пъдарев Н., Планиране на специалната обработка при химични и биологични опасни събития, Сборник доклади от научна конференция на НВУ „Васил Левски“ “Актуални проблеми на сигурността”, том 6, ВТ, с. 144- 151, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски” ВТ, 2019, ISSN 2367-7465;

10. Директива 2004/108/ЕО на Европейския парламент и на Съвета от 15 декември 2004 година относно сближаването на законодателствата на държавите-членки относно електромагнитната съвместимост и за отмяна на Директива 89/336/ЕИО;

11. Долчинков Н., Приложение на Индустри 4.0 във военното производство в България, Годишник на НВУ „Васил Левски“ част 1, 2019 година, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски“ В.Търново, ISBN 1312-6148, стр. 157-1669. <https://www.vesti.bg/sviat/>

12. <https://bg.wikipedia.org/wiki/>

***Адрес за кореспонденция:***

*Янита Върбанова, студент, НВУ „Васил Левски”  
катедра „Защита на населението и инфраструктурата”  
E-mail: qnita01@abv.bg*

DOI: 10.34660/INF.2023.81.94.064

## ИЗПОЛЗВАНЕ НА ВЪЗОБНОВЯЕМИ ИЗТОЧНИЦИ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА ЕЛЕКТРИЧЕСТВО

Мария Велкова

## USE OF RENEWABLE SOURCES FOR ELECTRICITY PRODUCTION

Maria Velkova

***Abstract:** Nowadays, people need more and more electricity in their daily life. With the current energy crisis and rising prices of energy resources, the issue of finding efficient energy sources is increasingly relevant.*

***Keywords:** electricity, sources, efficient, renewable energy sources*

### 1. Увод

Времето в което всички ние живеем определено е време, в което доминират два основни фактора – задоволяване на енергийните нужди на човечеството и опазването на околната среда. Влиянието на тези фактори е съществено както в геополитически план, така и в ежедневието на хората. Усилията на човечеството са насочени към пестене на класическите енергийни ресурси чрез използване на алтернативни и рационални начини на производство и потребление на електрическата енергия. Един от тези рационални начини е употребата на възобновяеми източници при производство на електричество [1, 8].

Възобновяемите източници на енергия представляват източници, които се приемат за естествено възстановяващи се или за практически неизчерпаеми, следователно процесът на създаване на енергия може да бъде възобновен по всяко време. Целта на този доклад е да опише как възобновяемите източници на енергия спомагат за производството на електричество, техните предимства и недостатъци и влиянието им върху околната среда, тъй като тези източници в повечето случаи се вземат от природата. Такива източници са например: слънчева светлина, вятър, вода, геотермалната енергия и други [2, 11].

## 2. Същинска част:

Всеки един от гореизброените природни, възобновяеми източници допринася за производството на електроенергия по различен начин.

Въздушните течения, например, могат да бъдат използвани за задвижване на вятърни турбини. Модерните вятърни турбини са с висок коефициент на полезна дейност на ветрогенераторите и с двигателна мощност от 600 киловата до 5 мегавата, въпреки че за комерсиални цели най-използвани са турбините с мощност от 1.5 – 3 мегавата. Мощността на турбината зависи от това с каква скорост се върти роторът ѝ. За изграждане на вятърни паркове от ветрогенератори обикновено биват предпочитани места, където ветровете са по-силна скорост и по-голяма продължителност, като морските брегове и високи места, имащи постоянни и устойчиви въздушни течения [3, 12].

Друг изключително полезен източник е водата. Водната енергия, било то кинетична, температурна или осмотична, също може да бъде използвана. Тъй като водата има приблизително 800 пъти по-голяма плътност от въздуха, дори по - малък поток от вода може да породи значителни количества енергия. Водоелектрическите централи преобразуват кинетичната енергия на водата в електричество. Всеизвестно е, че чистата вода и съответно реките са едно от богатствата на всяка една страна по света и използването на водата на реките за електрическа енергия е само една част от използването на това богатство.

Слънчевата енергия също е част от групата на важните възобновяеми източници. Тя се получава от слънчевата светлина и има много приложения. Някои от тях са: генериране на електрически ток с фотоволтаични слънчеви панели, генериране на електрически ток, използвайки концентрирана слънчева енергия, генериране на електрически ток чрез затопляне на затворен въздух, който завърта турбини в слънчеви кули, генериране на водород, използвайки фото-електрохимични клетки, затопляне на сгради директно, използвайки пасивни соларни конструкции, а също и затопляне на храна, използвайки слънчеви фурни [4, 9].

Друг възобновяем източник е геотермалната енергия. Тя се получава от земната топлина, която се прихваща на няколко метра дълбочина в земната кора чрез геотермална топлинна помпа, а в някои райони на Земята може да бъде прихващана и на дълбочина няколко километра. Строежът на геотермална електроцентрала е скъп, но разходите по нейната експлоатацията са ниски, което води до ниска цена на електроенергията.

Както всеки друг ресурс, който бива употребяван от човечеството, така и възобновяемите източници имат своите предимства и недостатъци.

При въздушните течения предимствата са, че турбините не изгарят нищо и не отделят други атмосферни замърсявания, също така няма разходи за гориво, защото горивото е самият въздух около турбината. Недостатъците



се състоят в това, че разходите за настройка могат да бъдат високи, особено за множество турбини. Ефективността им зависи от количеството на вятъра, така че те не винаги са надеждни. И не на последно място, турбините могат да бъдат шумни, което би могло да предизвика притеснение и недоволство у хората [5, 10, 12].

При водната енергия, водещ фактор е, че при хидроелектричеството няма изгаряне или атмосферно замърсяване. Докато недостатъците са в това, че язовирите са скъпи за изграждане, за резервоарите е необходимо да се наводнят големи площи земя, и може да бъде преустановено мигрирането на риба.

Слънчевата енергия бива предпочитан източник, защото слънчевите панели могат да се използват на отдалечени места или дори да бъдат направени за преносими, а и няма разходи за гориво, свързано със слънчевата енергия. Използвайки я обаче има опасност от изразходване на много средства, тъй като системите за слънчева енергия могат да бъдат скъпи за инсталиране. Освен това, слънчевата енергия не винаги е надеждна, тъй като ефективността зависи от това колко слънчева светлина получава дадена област [5, 6].

Геотермалната енергия също е считана за надеждна, тъй като при нея няма парникови газове, изпускани от станцията, защото нищо не е изгорено. Освен това, няма разходи за гориво, защото геотермалната енергия използва естествената топлина на земята. Негативите са обаче, че използвайки я може потенциално да отделя подземни парникови газове, има високи разходи за настройка, свързани с геотермалната енергия, също и че геотермалната енергия може да се използва само там, където има вулканична активност.

Както се споменава по – нагоре в доклада, тези източници се вземат директно от природата и затова биват подложени на екологична оценка. Различните технологии за използване на всяка форма на енергия, включително и възобновяемите енергии, имат различни видове въздействие върху биосферата включително върху хората и тяхната екосистема. Освен директните емисии и използването на ресурсите за една пълна оценка трябва да се вземат предвид изграждането и рециклирането на енергийна инсталация, включително производство, работа, рециклиране и т.н. Тези въздействия трябва да се разберат, оценят, представени количествено и сравнени с алтернативните възможности. Едва тогава може да се направи пълна оценка на ползите и вредите от всеки един вид от възобновяемите енергийни източници.

Ветрогенераторите, например, се разглеждат критично от гледна точка на опазване на околната среда. На определени места съществува опасност за прелитащите птици и за прилепите. Данните в България показват данни за загинали птици от ветрогенератори многократно по-ниски от тези за загиналите от автомобилното движение.

Докато при водата, разглеждана като едно от най-големите богатства на земята има много аспекти при своето използване. Един от тях е конфликтът на интереси между живеещите по горното и долното течение на реките. Използването за поливане, електроенергия, питейни нужди, против наводнения и други създават конфликти между различните групи, често и между страни.

При термичните слънчеви колектори, които съдържат основно мед и алуминий и имат живот минимум 30 години, времето за енергийна амортизация е 1 до 2 години т.е. времето, за което те осигуряват същата енергия, която е необходима за производството на системата и инфраструктурата. При фотоволтаичните системи имат съществено значение географското местоположение на централата и технологията и материалите за производството, като например използването на тежки метали. За разширена екологична оценка следва да се отчете и способа на изграждане – дали се заемат обработваеми земи или неизползваеми площи като например покриви на сгради [1, 7].

### **3. Заключение:**

България е малка страна, но с разнообразен релеф, географско разположение и климат, което благоприятства формирането и наличието на значителни запаси от възобновяеми източници за производство на електричество. Държавата в момента е на едно от последните места в Европа по производство на електроенергия от възобновяеми енергийни източници. Това показва проучване на германската асоциация на производителите на електроенергия. Едва 0,5% от произведения ток в България идва от подобни енергийни източници, които включват вятър, слънчева енергия и геотермални източници. Именно затова аз лично смятам, че би трябвало употребата на тези източници да бъде засилена, тъй като в повечето случаи те не костват много, но са изключително полезни.

### **4. Използвана литература:**

1. Калчевски Станимир., Възобновяеми енергийни източници (ВЕИ), вторични енергийни ресурси (ВЕР) и съвременни аспекти при тяхното оползотворяване., част 1, София, Издателство „Авангард Прима”, ISBN: 978-954-323-986-3, 2012.

2. Калчевски Ст., Пл. Угринов, П. Кънчев. Възобновяеми източници и акумулиране на топлинната енергия. Енергиен Форум, ISSN 1313-2962, бр. 7/8, 2012.

3. Технологии за съхранение на енергия. Списание "Енергия", брой 6, 2011.

4. Кискинов Н., Възобновяеми енергийни източници, Сиела, 2012

5. Младенчева Р., „Фотоволтаични генератори”, Издателство „Ековат технологии”, 2007
6. Сиракова М., Атмосфера и климат; изд. Херн Перес, 2000
7. Тончев Г, „Новата енергетика”, Издателство „Ековат технологии”, 2008,
8. Долчинков Н., Б. Караиванова-Долчинкова, Съвременните планове за развитие на производство на електрическа енергия в световен мащаб и енергийната независимост на България, Научна конференция „Радиационната безопасност в съвременния свят“, НВУ „В. Левски“- гр. В. Търново – 17-19 ноември 2021 ISSN 2738-7607 Print, ISSN 2603-4689 CD, стр 392-399;
9. Bubenzer J. Luther: "Photovoltaics Guidebook for Decision Makers", Springer, Berlin 2003
10. Roger A. Messenger & Jerry Ventre: "Photovoltaic Systems Engineering", CRC, Press LLC, 2004,
11. Dolchinkov N., Oleg A Loktionov, Ilya V Korolev, Bonka E Karaivanova-Dolchinkova, Influence of Electromagnetic Waves on the Human Body, 2021 Sixth Junior Conference on Lighting (Lighting), 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/Lighting49406.2021.9599072, Electronic ISBN:978-1-6654-3792-9 CD:978-1-6654-3791-2;
12. Dolchinkov N., Bonka E Karaivanova-Dolchinkova, Bulgaria's energy independence and the "green" plan for the development of electricity generation worldwide, II Міжнародна науково-практична конференція «Екологія. Довкілля. Енергозбереження», 2-3 грудня 2021 р Полтава, ISBN 978-617-7915-44-6, стр. 25-29

**Адрес за кореспонденция:**

*Мария Велкова, студент, НВУ „Васил Левски”*

*катедра „Защита на населението и инфраструктурата”*

*E-mail: mariarejvn@gmail.com*

DOI: 10.34660/INF.2023.19.51.065

## ИЗПОЛЗВАНЕ НА ИНФРАЧЕРВЕНАТА СВЕТЛИНА ЗА НАБЛЮДЕНИЕ

Александра Комарова

### USE OF INFRARED LIGHT FOR SURVEILLANCE

Alexandra Komarova

***Abstract:** In the last 2 centuries, monitoring instruments that work in the infrared spectrum have been increasingly used. They are based on the thermal radiation of bodies and are also used in military work.*

***Keywords:** instrument, infrared light, light, observation, night vision instrument*

#### **1. Инфрачервено излъчване**

Инфрачервеното излъчване или инфрачервената светлина е електромагнитно излъчване с дължина на вълната от 0,74  $\mu\text{m}$ [1] до 1 – 2 mm, тоест от края на червената област на видимия спектър до микровълновото излъчване. Това съответства на честотен обхват от 300 GHz до 430 THz.

Често инфрачервените лъчи носят наименованието топлинни лъчи, поради силно изразения топлинен ефект върху човешката кожа при доближаване до силно нагрети тела, които са основните източници на инфрачервено излъчване. При това дължината на вълната на излъчването от нагрятото тяло зависи обратно пропорционално от температурата му: колкото температурата е по-висока, толкова по-къса е дължината на вълната и по-висок интензитетът на излъчването. Спектърът на излъчване на абсолютно черно тяло при относително невисоки температури (до няколко хиляди келвина) се намира именно основно в този диапазон. Инфрачервеното излъчване се дължи на изпускането на фотони от възбудени атоми или йони при преминаването им на по-ниски енергийни нива. Дължината на инфрачервените вълни варира от 0,7 до 350  $\mu\text{m}$ , в електромагнитния спектър те заемат мястото от края на червената зона на видимата светлина до микро-вълновото лъчение. Различната дължина на инфрачервените вълни се обуславя от температурата на излъчващото тяло. Колкото температурата на излъчващия обект е по-голяма, толкова по-малка (къса) е дължината на топлинните вълни и интензитетът им е по-висок и колкото температурата на излъчващия обект е по-малка, толкова по-дълга е

дължината на вълните и съответно, интензитетът е по-нисък. Т.е. температурата на излъчващото тяло е обратно пропорционална на дължината на вълната. В близост до тела с висока температура, основните обекти излъчващи инфрачервено лъчение, човешката кожа усеща силно изразен топлинен ефект благодарение на инфрачервените лъчи, оттам идва и най-често срещаното им наименование – топлинни лъчи. Всяко тяло (обект) с температура по-висока от абсолютната нула ( $-273,15\text{ C}$ ), излъчва инфрачервени вълни. Основният и най-голям обект излъчващ инфрачервено лъчение е Слънцето.

Целият инфрачервен диапазон днес се разделя грубо на три области:

- близка инфрачервена (NIR, от англ. near infrared):  $\lambda = 0,74 - 2,5\ \mu\text{m}$ ;
- средна инфрачервена:  $\lambda = 2,5 - 50\ \mu\text{m}$ ;
- далечна инфрачервена:  $\lambda = 50 - 2000\ \mu\text{m}$ ;

## 2. Откриване

Инфрачервените лъчи, са открити през 1800-та година от британския астроном и физик Уилям Хершел. Той установил съществуването им след като изучавал спектъра на бялата светлина и топлинното въздействие на отделните спектрални зони. Силно чувствителният термометър, който използвал, показал най-голяма температура в зоната от спектъра на червена светлина и най-вече след нея. Този фактор доказал наличието на лъчение в невидимата за човека светлинна зона. Тези лъчи са наименувани инфрачервени или топлинни.

## 3. Свойства

Инфрачервеното излъчване е невидимо за човека без специални приспособления. Инфрачервените лъчи напълно се подчиняват на оптичния закон. Характеризират се със свойства подобни на видима светлина – отражение и пречупване, но поради факта, че дължината на тяхната вълна е по-голяма имат своите специфични различия. С най-високи показатели на отражение на инфрачервените лъчи, са веществата – злато, сребро, мед и алуминий, средни показатели на отражение има желязото, а най-ниски – водата и въглеродородата. Инфрачервените лъчи безпроблемно преминават през вакуум, запрашени или задимени области. Поради естеството на образуване на инфрачервените лъчи, преминаването на атоми или йони на по-ниски енергетични нива, фотоните им са с по-ниска енергия и респективно с по-ниска честота. При проникване в тялото, инфрачервените лъчи загряват мускули и тъкани в дълбочина от 4мм. Това усещане се изпитва най-силно при студени зимни дни и ясно небе. Слънцето ни грее и усещаме приятно затопляне игнорирайки студения заобикалящ ни въздух. Също така при залез Слънце, на плажа морският бриз ни охлажда, но Слънцето приятно ни топли.

#### **4. Приложения**

Димът е по-прозрачен за инфрачервените лъчи, отколкото за видимата светлина. Затова пожарникарите използват уреди за получаване на образи чрез инфрачервена светлина, когато работят в много задимени места. Инфрачервените лъчи се използват и за пренасяне на данни между близки компютърни устройства и преносими апарати като мобилни телефони, органайзери и др. Подобни устройства, както и дистанционните управления на телевизори, музикални уредби, климатици използват диоди, излъчващи инфрачервена светлина, която се превръща в насочен лъч от специална леща. Този лъч се включва и изключва, за да закодира информацията. Приемникът използва силициев фотодиод, който превръща инфрачервените вълни в електрически сигнали. Неговата чувствителност е подбрана така, че да реагира само на сигнала, създаден от предавателя, и не реагира на фоновото инфрачервено излъчване от околната среда. В инфрачервената фотография се използват инфрачервени филтри, за да се улови само инфрачервеният спектър. За тази цел се използват филтри, пропускащи инфрачервената светлина и спиращи видимата и ултравиолетовата светлина. Такива филтри изглеждат черни, но са прозрачни, ако се наблюдават с чувствително за инфрачервените лъчи устройство. Подобен резултат се получава също, ако се свалят фабрично поставените инфрачервени блокатори. Много цифрови фотоапарати използват такива блокатори, за да се избегне влиянието на силни топлинни източници върху качеството на снимката. Блокаторът е устройство, обратно на филтъра. Вместо да спира всичко и да пропуска само избраното нещо, блокаторът спира единствено определеното. Така инфрачервеният блокатор пропуска всякаква светлина освен тази в инфрачервения спектър.

##### **а) Отопление**

Поради силно изразеният топлинен ефект на инфрачервените лъчи, те успешно се използват за отопление. Набиращото все по-голяма популярност инфрачервено отопление е определяно като отоплението на новото хилядолетие. Инфрачервените лъчи преминават безпроблемно през въздуха с почти никакви загуби, достигат твърдите обекти, предмети и повърхности и ги затоплят лъчисто, те, от своя страна, акумулират топлината за дълъг период от време и я отдават на въздуха в помещението. Изключително икономично, сравнено с масовите конвенционални уреди за отопление. Висока енергийна ефективност, благодарение на преобразуваната до 98% електрическа енергия в инфрачервено излъчване. Здравословен начин на отопление взел пример от Природата – Слънцето. Поради факта, че въздухът не се ползва за транспортър на топлинната мощност, се намаляват значително топлинните загуби, тъй като въздуха е добър изолатор, а не акумулатор на топлината. Инфрачервените уреди за отопление се разделят на няколко основни групи:

1) Спрямо температурата на повърхността на излъчващия обект, респективно дължината на вълната: – дълговълнови – с температура на повърхността около  $100^{\circ}\text{C}$ - $120^{\circ}\text{C}$ , във вид на панели с нагревател от карбон (въглеродни влакна с изключителна еластична якост, значително по-леки от стоманата, с около 3-4 пъти и от алуминия с 35-40%). Благодарение на качествата на карбона, панелите с такъв нагревател са с експлоатационен живот до 100 000 часа работа. Използват се главно за битово отопление; – късовълнови – с температура на повърхността на лампата  $800^{\circ}\text{C}$ - $900^{\circ}\text{C}$ , във вид на лъчисти печки с кварцови лампи запълнени със смес от различни газове. Лампите са със златно покритие за предотвратяване на вредно излъчване. Продължителност на експлоатационен живот на лампите 5000-6000 часа. Използват се главно за промишлено и индустриално отопление.

2) Спрямо енергийния източник, който използват: – електрически; – газове.

### **Б) Инфрачервени лъчи в астрономията**

Инфрачервените лъчи намират голямо приложение в областта на астрономията, благодарение на по-голямата дължина на вълната и по-ниската енергия на фотоните, в сравнение с видимата светлина, те успешно и безпроблемно преминават през големите прахови образувания и мъглявините съставлящи космическото пространство. Тъй като всяко тяло с температура по-висока от абсолютната нула ( $-273,15^{\circ}\text{C}$ ), излъчва в инфрачервения спектър, се дава възможност за наблюдение на близки и далечни обекти, който нямат достатъчно висока температура за да излъчват светлина. Такива “студени” тела и обекти, могат да се видят и изследват само с телескопи и апарати способни да улавят инфрачервеното излъчване.

### **5. Въздействие на инфрачервените лъчи върху човека.**

Човешкото тяло усеща инфрачервеното излъчване като затопляне, тъй като то представлява разпространение на топлината във вид на лъч. Подобно на топлината, която идва от живия огън, Слънцето или лъчист уред. Инфрачервената светлина може да бъде насочвана и това й свойство се употребява широко във физиотерапията [1, 8].

Инфрачервените лъчи проникват на дълбочина до 3-4 мм в кожата, като затоплят човешкото тяло. Така те стимулират кръвообращението, доставянето на хранителни вещества и кислород до кожните клетки се подобрява и това води до подобряване на цялостното състояние на кожата. Установено е, че инфрачервените лъчи имат противовъзпалително, оздравително, възстановително и стимулиращо въздействие върху човешкия организъм. Най-полезни са дълговълновите инфрачервени лъчи, те носят още и наименованието „лъчи на живота“, защото именно в тази част от спектъра излъчва човешкото тяло. Уредите, излъчващи такива лъчи, са благотворни за човешкото тяло. Пиенето на вода, обработена с инфрачервени лъчи има благотворно въздействие върху нас. Излагането на

дълговълново инфрачервено излъчване засилва имунитета и помага на организма ни да се справи с вирусните атаки.

Почти 100 години след откриването на лъчите, през 1894 г. те са въведени в медицината. Употребата им бързо се разширила и започнало приложението им за заболявания на лимфната система, стави, чернодробни, белодробни, бъбречни и др заболявания. Оказало се, че инфрачервените лампи могат да се използват и за лечение на нервни заболявания, мигрени, кожни заболявания, екземи, повърхностни възпаления, ишиас, лумбаго.

През следващите години тези лъчи започват да се използват и в сауните, при масажите, някои матраци. Те имат свойството да подобряват състоянието на мускулатурата и тъканите. Приложени в началото на масаж загряват кожата и отпускат мускулите, което води до отпускане на цялото тяло и по-дълготраен ефект от процедурата.

Инфрачервените лъчи нормализират високото кръвно налягане, подобряват кръвообращението, подобрява се микроциркулацията на кръвта и стените на съдовете стават по-гъвкави и подвижни.

Тези лъчи са ефективни и при възпаления на ушите, носа и гърлото, простуда, умора, стресови ситуации. Прилагат се в процедури за намаляване на целулит и разграждане на мазнини, Намаляват болките при различни ревматични и артритни заболявания.

При продължително излагане на въздействието на инфрачервено лъчение до голяма степен намалява възникването на различни кожни проблеми, като пърхот, черни точки, акне.

Тези топлинни лъчи пътуват целия път от Слънцето до Земята и дълго време са били единствен топлинен източник за планетата. Днес, наред с неизброимите си ползи за човека, те намират приложение и при различните инфрачервени отоплителни системи, в астрономията, както и в инфрачервеното заснемане на обекти.

## **6. Източници на инфрачервени лъчи**

Всички тела, чиято температура е по-висока от абсолютната нула, излъчват електромагнитни вълни, в това число и инфрачервени лъчи. От природните източници в близост до нас най-мощно е Слънцето. Около половината от слънчевата енергия се излъчва в инфрачервената област на спектъра, 40% във видимата област (от 0,4 до 0,7  $\mu\text{m}$ ) и 10% в UV и рентгеновата област на спектъра.

От изкуствените източници на инфрачервени лъчи се използват предимно температурните излъчватели на лъчиста енергия – електричните лампи с нажежаема волфрамова жичка, обикновената електрическа дъга и електрическата дъга с висок интензитет [3].

Електрическите лампи с нажежаема жичка се използват широко като светлинни източници и могат да служат като източници на лъчение за най-близката инфрачервена област на спектъра. За източник на лъчиста енергия



в тях се използва волфрамов проводник, нажежен до температура 2400 – 3000 К и поставен в стъклен балон, от който въздухът е изтеглен. Основен недостатък на лампите с нажежаема жичка като източници на инфрачервено лъчение е, че стъкленият балон на лампата не пропуска дълговълновото инфрачервено лъчение.

## **7. Прибори за нощно виждане**

В последните години се забелязва съществено увеличаване на производството и използването на разнообразни уреди за нощно виждане. Това е свързано с намаляване на цените, постоянно подобряване на техническите параметри на уредите и разширяване на областите на приложение не само за военни, но и за граждански цели. Във военните приложения УНВ масово се използват в почти всички дейности – управление на бойни машини, самолети, хеликоптери, танкове, морски съдове, транспортни машини. За граждански цели УНВ намират приложение при спасителни акции, навигация и управление на транспортни средства, при изпълнение задачите на правоохранителните органи, за охрана, за туризъм и развлечения, за научни изследвания и др. Различните приложения изискват и разработването на различни видове УНВ, удовлетворяващи специфични изисквания. В тази връзка едно актуално научно направление е разработване на методи за предварителна теоретична оценка на изпълнението на поставените изисквания към параметрите на УНВ още на етапа на проектирането им [5, 6, 7].

### **7.1 Монокулярни, биокулярни и бинокулярни УНВ**

#### **А) Монокулярни.**

Монокулярни УНВ използват най-простата конструкция, изградена от един обектив, един ЕОП и един окуляр, т.е. от един опто-електронен канал. Този тип конструкция се разработва както без увеличение (1x), така и с увеличение 2x, 3x, 4x, 6x и др. Чрез смяна на обектива тази конструктивна схема може лесно се модифицира до монокуляр с желаното увеличение – фиг. 1.20б (Патент 7826, 2013). Монокулярната конструкция може лесно да се държи с една ръка, да се стикова с фото- или видеокамера, да се монтира на оръжие или да се закрепва върху каската на оператора.

#### **Б) Биокулярни**

За да се намали теглото и цената на УНВ, е разработена конструкция, която съдържа един обектив, един ЕОП и два окуляра. Този тип конструкция на УНВ е познат като биокулярна, „циклоп“ или псевдо-бинокулярна (фиг. 1.21) (<http://www.atncorp.com/>). Фиг. 1.21. Външен вид на биокулярни УНВ. При този тип конструкция, поради наличието на един обектив и ЕОП, теглото и цената на уреда значително се намаляват. Запазват се възможностите за префокусиране на обектива, за регулиране на диоптрийната настройка на окулярите и възможността за настройка на

попилното разстояние. Тази конструктивна схема изисква допълнителна оптична система, която да разклонява образа, получен на изхода на ЕОП към двата окуляра.

### **В) Биноклярни**

Биноклярните УНВ се състоят от два идентични и независими опто-електронни канала. Всеки опто-електронен канал е изграден от един обектив, един ЕОП и един окуляр.

#### **7.2 Очила за нощно виждане**

Характерно за ОНВ е че те нямат увеличение и могат да бъдат реализирани чрез монокулярна, бикулярна или биноклярна конструкция. При тях се осигурява плавна регулировка на попилното разстояние (очната база) в границите 52–72 mm. В някои модели такава регулировка отсъства, а възможността за наблюдение от оператори с различно попилно разстояние се осигурява за сметка на по-големия диаметър на изходната зеница на окуляра 12–15 mm. Различните модели ОНВ осигуряват 23 диоптрийна настройка на окулярите в границите  $\pm 5$  dpt, или от (+2) до (–6) dpt и фокусировка на обективите от 0.2–0.41 m до безкрайност. Фокусировката е необходима, за да може да се наблюдават както отдалечени, така и близко разположени обекти (четене на карти, ремонтни дейности и др). Най-често използваните ЕОП в ОНВ са от поколение II, II+, III, а в последните години и от IV поколение. Захранването на ОНВ се осигурява от стандартен постоянно-токов източник: обикновено две батерии тип AA с напрежение 2.5–3.0 V. Батериите, в зависимост от техния капацитет, осигуряват непрекъсната работа на ОНВ от 8 до 40 часа. ОНВ се монтират на лицева маска, която от своя страна се закрепва на главата на оператора с помощта на специални регулируеми ремъци. Биноклярните ОНВ осигуряват стереоскопичен ефект, което ги прави удобни при управлението на транспортни средства. Във връзка с това следва да се отбележи и още една тяхна разновидност – ОНВ за пилотиране [1, 4].

#### **7.3 Нощни бинокли**

Този тип уреди могат да се срещнат в трите конструктивни разновидности – тип монокуляр, тип бикуляр и тип бинокляр. Отличителни параметри на биноклите са увеличението (2–6 пъти), зрително поле (от 13 до 5 градуса), по-големи габаритни размери и тегло. Обикновено към комплекта УНВ се предлагат обектив/и, осигуряващ/и допълнително увеличение. Както и при останалите УНВ, така и при нощните бинокли има предвидена диоптрийна настройка на окулярите в границите на  $27 \pm 5$  dpt, настройка на попилното разстояние в границите на 54–70 mm, а така също и фокусировка на обектива от 3 m до безкрайност [2, 7].

#### **7.4 Нощни прибори за стрелково оръжие**

Прицелите за стрелково оръжие представляват монокулярни уреди за нощно виждане, в оптичната част на които се намира светеща скала

(мерник), и имат устройство за закрепване към оръжието. Уредите от този клас имат по-малко зрително поле 2–12 градуса и по-голямо увеличение от 1.5 до 16.5 пъти. Обикновено те имат възможност за диоптрийна настройка на очуляра  $\pm 5$  диоптъра, фокусировка на обектива по-голяма от тази при УНВ (от 3 m до безкрайност). Предвид специфичността на приложението им и наличие на откат при изстрел, прицелите трябва да са механично устойчиви и да не губят настройка за точност при всеки изстрел. Отдалечеността на изходната зеница е по-голяма, отколкото при другите УНВ, за да се избегне нараняване, вследствие на отката [6].

### Използвана литература

1. <https://www.redsun.bg/infraredheating/infrared-heat-waves/>
2. [https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%84%D1%80%D0%B0%D1%87%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BE\\_%D0%B8%D0%B7%D0%BB%D1%8A%D1%87%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B5](https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%84%D1%80%D0%B0%D1%87%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BE_%D0%B8%D0%B7%D0%BB%D1%8A%D1%87%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B5)
3. Dolchinkov N., Oleg A Loktionov, Ilya V Korolev, Bonka E Karaivanova-Dolchinkova, Influence of Electromagnetic Waves on the Human Body, 2021 Sixth Junior Conference on Lighting (Lighting), 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/Lighting49406.2021.9599072, Electronic ISBN:978-1-6654-3792-9 CD:978-1-6654-3791-2;
4. Директива 2004/108/ЕО на Европейския парламент и на Съвета от 15 декември 2004 година относно сближаването на законодателствата на държавите-членки относно електромагнитната съвместимост и за отмяна на Директива 89/336/ЕИО;
5. В. Е. Кичка Инфрачервените лъчи във военното дело Категория: Военно дело и сигурност Издателство: Военно издателство София 1959
6. Даниела Борисова Уреди за нощно виждане Моделиране и оптимално проектиране София 2015 ИЗДАТЕЛСТВО НА БАН „Проф. МАРИН ДРИНОВ“
7. Долчинков Н. Т., Оптически прибори, използвани при обучението в НВУ „Васил Левски“, 43 национална конференция по физика – гр. Благоевград – април 2015 г. ISBN 978-954-580-354-3 стр. 100-106;
8. Lazov L., Dolchinkov N. T., Kondratieva O., About the possible effects of laser radiation on the soldiers' eyes in the army, Scientific Research Of The Sco Countries: Synergy And Integration Beijing, China 2019, Part 2, 28.09.2019 г. ISBN 978-5-905695-62-9, стр. 155-164;

#### **Адрес за кореспонденция:**

*Александра Комарова, студент, НВУ „Васил Левски”,  
катедра „Защита на населението и инфраструктурата”  
E-mail: [aleksandra\\_komarova@abv.bg](mailto:aleksandra_komarova@abv.bg)*

DOI: 10.34660/INF.2023.28.36.066

## ИЗПОЛЗВАНЕ НА УЛТРАЗВУК ПРИ ОТКРИВАНЕ НА ОБЕКТИ В МОРСКИ ВОДИ

Станислав Желев

### USE OF ULTRASOUND IN THE DETECTION OF OBJECTS IN MARINE WATERS

Stanislav Zhelev

***Abstract:** In the current complex international situation, the detection of objects in water bodies and in particular in the oceans and oceans is extremely important. It is most effective to monitor these objects with ultrasound.*

***Keywords:** ultrasound, sonar, hydroacoustics, moving object*

#### 1.УВОД

Механичните вълни с честота на вибрации над 20 000 Hz не се възприемат от хората като звук. От наречен ултразвукови вълни или ултразвук. Ултразвукът се абсорбира силно от газовете и многократно по-слабо от твърди вещества и течности. Следователно ултразвуковите вълни могат да се разпространяват на значителни разстояния само в твърди тела и течности [1].

Тъй като енергията, пренасяна от вълни, е пропорционална на плътността на средата и квадрата на честотата, ултразвукът може да предава енергия много по-голяма от звуковите вълни. Още едно важно свойство ултразвукът се крие във факта, че насоченото му излъчване е сравнително просто. Всичко това позволява широкото използване на ултразвук в технологиите [4].

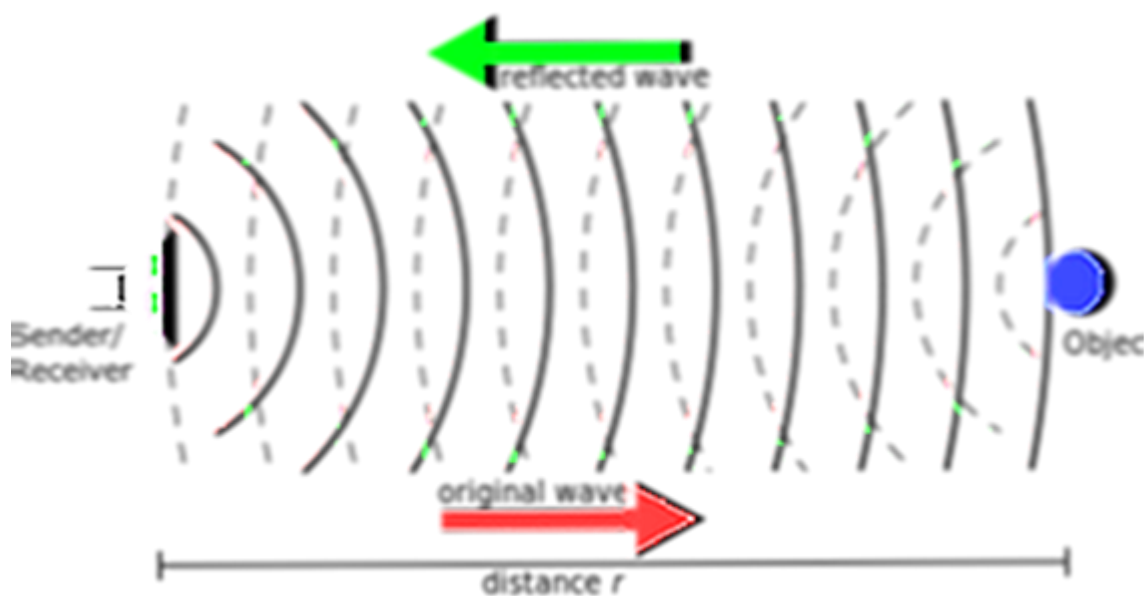
Интересното е, че някои животни, например, прилепите, имат органи, които действат на принципа на ултразвуков локатор, който им позволява да се движат добре в тъмното. Делфините имат перфектния ултразвуков локатор.

През 1916 г. физикът от Франция П. Ланжевен, в сътрудничество с руския учен - емигрант Константин Шиловски, успява да използва кварц за приемане и излъчване на ултразвук за морски измервания и откриване на

подводни обекти, което позволява на изследователите да създадат първия сонар, който се състои на излъчвател и ултразвуков приемник.

#### Ултразвуково откриване на обхват

Често използване на ултразвук е при подводно откриване на обхват; това използване се нарича още сонар. Ултразвуков импулс се генерира в определена посока. Ако по пътя на този импулс има обект, част или целият импулс ще бъде отразен обратно към предавателя като ехо и може да бъде открит през пътя на приемника. Чрез измерване на разликата във времето между предавания импулс и полученото ехо е възможно да се определи разстоянието. Измереното време за пътуване на сонарите импулси във вода силно зависи от температурата и солеността на водата. Ултразвуковото измерване се прилага и за измерване във въздуха и на къси разстояния. Например ръчните ултразвукови измервателни инструменти могат бързо да измерват оформлението на помещенията. Въпреки че намирането на обхват под вода се извършва както на подзвукови, така и на звукови честоти за големи разстояния (от 1 до няколко километра), ултразвуковото откриване на обхват се използва, когато разстоянията са по-къси и се иска точността на измерването на разстоянието да бъде по-фина. Ултразвуковите измервания могат да бъдат ограничени чрез бариерни слоеве с големи разлики в солеността, температурата или вихъра. Разстоянието във вода варира от около стотици до хиляди метри, но може да се извърши с точност от сантиметри до метри [5].



Фиг. 1. Принцип на активен сонар

Сонар е техника и средство, което използва законите за разпространение на звука, за намиране на предмети под вода. Съществуват два вида – активен (изпращане на звуков сигнал и регистриране на неговото

ехо т.е. необходими са излъчвател, предавател и приемник) и пасивен (слушане на шум, за което е необходим само приемник). Акустичните честоти, използвани в сонарни системи варират от много ниски (инфразвукови) до много високи (ултразвукови). Науката, изучаваща подводния звук, е позната като хидроакустика.

Въпреки че някои животни (делфини и прилепи) използват звука за комуникация и откриване на обекти в продължение на милиони години, употребата от хората под водата е първоначално записана от Леонардо да Винчи през 1490: туба, вкарана във вода, е била използвана за откриване на съдове, поставяйки ухо до тръбата.

В края на 19 век подводна камбана се използва като спомагателна за фарове или леки кораби за предупреждение за опасности.

Използването на звука за локализиране под вода по същия начин, по който прилепите използват звука за въздушна навигация, изглежда е предизвикан от катастрофата на Титаник през 1912. Първият патент за подводно ехоразпределително устройство е подаден в Британското патентно ведомство от английския метеоролог Луис Фрай Ричардсън месец след потъването на Титаник, а германският физик Александър Бем получава патент за ехосонда през 1913 [2].



*Фиг. 2. Военен сонар AN/AQS-13, повесен от хеликоптер SH-3 Sea King*

Ехолокация е процес, който се състои в изпращането на сигнали с различна честота (радиовълни, ултразвук, звук) и приемане на отразената вълна. Използва се с цел откриване на предмети и тела, като положението им се определя по времето между изпратения и получения сигнал [3].



Фиг. 3. Ултразвукова локация

### Получаване на ултразвук.

За получаване на ултразвук се използват три феномена: обратен пиезоелектричен ефект, магнитострикция и електрострикция.

### Използвана литература

1. I.P. Голямина. Ултразвук. - М.: Съветска енциклопедия, 1979.
2. I.G. Хорбенко. В свят на нечути звуци. - М.: Машиностроене, 1971.
3. В.П. Северденко, В.В. Клубович. Използването на ултразвук в промишлеността. - Минск: Наука и технологии, 1967.
4. Dolchinkov N., Oleg A Loktionov, Ilya V Korolev, Bonka E Karaivanova-Dolchinkova, Influence of Electromagnetic Waves on the Human Body, 2021 Sixth Junior Conference on Lighting (Lighting), 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/Lighting49406.2021.9599072, Electronic ISBN:978-1-6654-3792-9 CD:978-1-6654-3791-2;
5. Интернет източници

### Адрес за кореспонденция:

Станислав Желев, студент, НВУ „Васил Левски”,  
катедра „Защита на населението и инфраструктурата”  
E-mail: [jelev\\_stanislav2112@abv.bg](mailto:jelev_stanislav2112@abv.bg)

**Сборник доклади от научна конференция  
„Радиационната безопасност в съвременния свят”  
Том 3**

Технически редактор:  
доц. д-р инж. Николай Долчинков

**ISSN 2738-7607 Print**  
**ISSN 2603-4689 CD**

Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски”  
2022 г.