

СБОРНИК

ДОКЛАДИ ОТ НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ „РАДИАЦИОННАТА БЕЗОПАСНОСТ В СЪВРЕМЕННИЯ СВЯТ”

**посветена на 75-ата годишнина от атомните
бомбардировки над Хирошима и Нагасаки**

20 ноември 2020 година

**Велико Търново
2020 г.**

Издателски комплекс на НБУ „Васил Левски”
ISSN 2738-7607 Print
ISSN 2603-4689 CD

ОРГАНИЗАЦИОНЕН КОМИТЕТ

Председател:

Д-р инж. Николай Тодоров Долчинков – НВУ „Васил Левски“

Членове:

Проф. д.х.н. инж. Михаил Стефанов Харалампиев – НВУ „Васил Левски“

Полк. доц. д.н. инж. Георги Атанасов Георгиев – НВУ „Васил Левски“

Полк. доц. д-р инж. Илиян Ангелов – НВУ „Васил Левски“

Майор д-р Николай Илиянов Пъдарев – НВУ „Васил Левски“

Подп. доц. д-р Борислав Косев Димитров – НВУ „Васил Левски“

Capt. Cdr. Assoc. Prof. Eng. Cristian-Emil Moldoveanu, PhD – Ferdinand I Military Technical Academy, Romania;

Доц. д.т.н. Кондратьева Ольга Евгеньевна – Национальный исследовательский университет МЕИ, Россия;

Associate Professor Ērika Teirumnieka – Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Rēzekne, Latvija;

Проф д-р Любомир Лазов – Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Rēzekne, Latvija;

Associate Professor Tamar Dolbaia – Tbilisi State University, Georgia;

Associate Professor Nino Durglishvili – Tbilisi State University, Georgia;

Col Mariusz Gontarczyk, PhD, MSc., Eng. –Military University of Technology, Poland;

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

Проф. д.ф.н. Александър Драйшу – СУ „Св. Климент Охридски“, Председател на Съюза на физиците в България;

Проф. д.ф.н. Ана Георгиева – СУ „Св. Климент Охридски“, БАН – зам.-председател на Съюза на физиците в България;

Doctor of Technical Sciences Viola Vambol – Public Agency National Scientific and Research Institute of Industrial Safety and Occupational Safety and Health, Ukraine

Технически комитет:

майор Иванка Георгиева

подполковник Георги Христов

СЪДЪРЖАНИЕ:

1.	Слово на бригаден генерал Иван Маламов при откриване на научната конференция	7 стр.
2.	Поздравителни адреси	10 стр.
3.	Пленарен доклад Любомир Лазов, Едмъндс Тейрумниекс, Ерика Тейрумниекс, Недка Атанасова Лазерна безопасност – платформа за електронно учене	17 стр.
4.	Младен Митев Анализ на проучване на знанията и нагласите на гражданите в областта на радиоекологията и радиационната защита	28стр.
5.	Alexander Ibanez Radiation and Safety Measures	36 стр.
6.	Деница Божанова Припят – градът-призрак, 34 години след кошмара „Чернобил“	42 стр.
7.	Мадлен Пенева Space Exploration Technologies Corporation (SpaceX) – космически технологии на бъдещето	52 стр.
8.	Борислав Димитров Анализ на специфичните влияния на учебния процес в НВУ „Васил Левски” върху околната среда в района на община Велико Търново	62 стр.
9.	Пламен Калинов Използване на инфрачервената светлина във военното дело	74 стр.
10.	Николай Арабов Радиационен контрол в Република България	82 стр.
11.	Адриана Койнакова Използване на радиоактивни частици и изотопни частици в медицинската диагностика	95 стр.
12.	Ирена Минчева Използване на ултразвук във военното дело	112 стр.
13.	Тихомир Трифонов, Иван Симеонов Инфразвукова съставяща на Международната система за мониторинг на ядрени взривове	129 стр.
14.	Йордан Щерев Въздействие на Wi-Fi излъчването върху биологични обекти	138 стр.
15.	Цветелина Славчева	151 стр.

	Радиоактивност. Видове, основни характеристики, въздействие върху човека и живата природа и мерки за предпазване	
16. Тони Борисов	Пета генерация комуникационни мрежи – рискове и безпачвени тревоги	161 стр.
17. Димитър Раев	Взаимна индукция. Приложение. Трансформатори, видове трансформатори. Приложение в техниката и военното дело	171 стр.
18. Симона Стефанова	Основни характеристики на атомното ядро	184 стр.
19. Тодор Белчев	Използване на оптични кабели в комуникациите	192 стр.
20. Жулиана Михнева	Енергия и импулс на електромагнитно поле. Величини характеризиращи електромагнитното поле	201 стр.
21. Андрей Илиев	Лазерно маркиране и гравирание върху различни материали	210 стр.
22. Евгени Гърдев	опити на САЩ с оръжия съдържащи уран	221 стр.
23. Анатоли Витозев, Йонко Благоев	Поразяващо действие на ударната вълна при въздушен ядрен взрив на различни височини върху населението и инфраструктурата	226 стр.
24. Николай Пъдарев, Иво Минов	Оценка на замърсяването при използване на радиологично разпръскващо устройство във военното дело	233 стр.
25. Галина Иванова	Оценка на риска по данни от националната система за радиологичен мониторинг на околната среда при изготвянето на обектов аварийен план	243 стр.
26. Николай Долчинков, Бонка Караиванова-Долчинкова	Ролята на ядрената енергетика в световната икономика	250 стр.
27. Николай Долчинков, Олег Локтионов	Тенденции на развитието на световния добив на уран	260 стр.
28. Михаел Павлов, Михаил Харалампиев	Възможно ли е обективно сравнение на аварийите между Чернобил и Фукушима Даичи	270 стр.
29. Михаил Харалампиев		281 стр.

- Фукушима Даичи – скритата трагедия
- 30. Наталия Паскалева**
Газоразряден брояч. Принцип на действие. Приложение 293 стр.
- 31. Антон Сотиров, Никола Пищалов, Николай Главев, Сияна Савова, Виктор Сотиров, Красимир Сотиров**
Екологично наблюдение на автомагистрала „Струма” КМ 0+000-60+000 300 стр.
- 32. Антон Сотиров, Николай Главев, Димитър Сотиров, Станислава Димитрова, Никола Пищалов, Виктор Сотиров, Красимир Сотиров**
Радиологични измервания на плодове – ябълки от област Кюстендил, България, предназначени за хранителната промишленост, сезон Есен 2020 308 стр.
- 33. Явор Стайков**
Влияние на радиацията върху човешкия организъм и околната среда 316 стр.
- 34. Джесика Панова**
Създаване на парната машина. Развитие и приложение 325 стр.
- 35. Мария Славчева**
Използване на ултравиолетова светлина за борбата с вирусите 337 стр.
- 36. Ива Стоянова**
Йонизиращи лъчения от радиоактивни елементи при производствени процеси 355 стр.
- 37. Lyubomir Lazov, Pēteris Čeirs, Imants Adijāns, Ivaylo Balchev**
Study of the Contrast of Laser Marking of Eggs 362 стр.
- 38. Анелия Михайлова**
Ядрена бомба. Характеристики, устройство и принцип на действие. Използване и разпространение по света 372 стр.
- 39. Кристияна Митрева**
Основни понятия в оптиката. Развитие на оптиката 380 стр.
- 40. Тотю Донеv**
Използване на лазерите във военната индустрия и контролната дейност 389 стр.
- 41. Наделин Василев**
Разпространение на ядрено оръжие по света. Ядрени държави. Характеристики на най-разпространените ядрени оръжия 403 стр.

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 научната конференция „Радиационна безопасност в съвременния свят”, посветена на 75-та годишнина от атомните бомбардировки на японските градове Хирошима и Нагасаки.

На всички нас е отредена съдбата в рамките на единствения ни живот 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. На прага на третото десетилетие от технологичния 21-ви век, днес ние преживяваме поредното събитие, носещо белега на катаклизъм – пандемията, свързана с разпространението на вируса КОВИД – 19. Невидим с невъоръжено око, също като проникващата радиация при ядрен взрив, този микроорганизъм нанася и още дълго време ще нанася физически, емоционални и икономически щети. Преди 75 години подобно зло запечатва завинаги в страниците на човешката цивилизация апокалиптичните картини на разрушените японски градове Хирошима и Нагасаки. Те са обезличени от първите използвани на терен атомни бомби, които показват нагледно колосалната мощ на ядрената енергия и арогантността на амбициите и интересите в световните геополитически интереси.

За щастие човешкият гений не винаги отглежда зъл дух! С опознаването и овладяването на реакциите на ядрен синтез и ядрен разпад, започва и разработването на технологии за приложение на ядрената енергия за мирни цели.

Само 9 години след Хирошима и Нагасаки – на 27 юни 1954 год., в град Обнинск на тогава съществуващата държава СССР, се открива първата в света Атомна електрическа централа. За три десетилетия ядрената енергетика са превръща в печеливша индустрия, в евтин производствен ресурс, но и в глобална заплаха. За да се потвърди библейската и житейска мъдрост, че доброто и злото вървят за ръка, на 26 април 1986 год. в гр. Чернобил, Украйна, настъпва най-тежката технологична авария в историята на човечеството – избухва ядрения реактор на атомната централа в града. Близко до този е и сценарият на втория по мащаб ядрен инцидент – този от 11.03.2011 год в атомна електрическа централа близо до японския град Фукушима. Това са двата инцидента от най-високата 7-ма степен по Международната скала за ядрени събития. Независимо, че първият е с техногенен произход, т.е.

настъпва в резултат на човешка дейност (грешка), а вторият – след природно бедствие (земетресение, породило 14-метрово цунами), тези инциденти напомнят за колосалната мощ на термоядрените реакции, за риска, съпътстващ технологиите, които използват енергията, отделяща се при тези реакции, както и праисторическата мъдрост, че абсолютна сигурност не съществува.

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! Като ректор на университет съм радостен, че потребността да се споделят и обогатяват знание и опит обединява съмишленици! Темата на форума е актуална и кореспондира с предизвикателствата на ежедневието ни, а надсловът ни прави съпричастни към усилията на по-съзидателната 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.

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 75-та годишнина от атомните бомбардировки на японските градове Хирошима и Нагасаки с посланието – **никога да не са повтаря! 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 75th anniversary of the atomic bombings on the Japanese cities of Hiroshima and Nagasaki with the message – Let this never happen again!

Good luck!



Уважаемые коллеги!

От имени кафедры Инженерной экологии и охраны труда Национального исследовательского университета «МЭИ» приветствую участников научной конференции «Радиационная безопасность в современном мире».

В 2020 году в России отмечается 75-летие атомной отрасли. На протяжении многих лет ученые, специалисты в области радиационной защиты и гигиены проводят исследования по радиационной безопасности, дозиметрическому контролю и ядерной медицине. Область применения источников ионизирующих излучений давно не ограничивается только оборонным комплексом, «мирный атом» находит применение в энергетике, медицине, сельском хозяйстве и очистке сточных вод. Между тем, и на национальном, и на международном уровне до сих пор остро стоят вопросы ликвидации ядерного наследия и обеспечения безопасности международного технологического комплекса, связанного с использованием ядерной энергии.

Последнее десятилетие характеризуется существенной эволюцией международной системы радиационной защиты и обеспечения радиационной безопасности, проводится работа по гармонизации национальных и международных стандартов в этой области.

Наш Университет активно принимает участие в работах по совершенствованию законодательства в области радиационной безопасности и исследованиях, направленных на повышение надежности функционирования атомных электростанций. И мы надеемся, что научная конференция «Радиационная безопасность в современном мире» позволит изучить ценный опыт коллег из других стран и найти пути повышения безопасности при использовании источников ионизирующих излучений в технологическом процессе.

Желаю всем участникам конференции успешной работы и интересных выступлений!

Заведующая кафедрой Инженерной экологии и охраны труда Национального исследовательского университета «МЭИ»,
доктор технических наук

О.Е. Кондратьева



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“**

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 **петия Научен форум с международно участие на тема: „Радиационната безопасност в съвременния свят“**.

СФБ проведе 48-та си НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ВЪПРОСИ НА ОБУЧЕНИЕТО ПО ФИЗИКА от 2 – 4 октомври 2020 г. в София. Основната тематика на конференцията беше **„Ядрената физика и енергетика в образованието по физика“**. В нея участваха успешно и представители на Вашия университет.

Ядрената физика от своето възникване до днес е база за развитието на нови технологии, както и за множество интердисциплинарни научни изследвания и приложения. От това следват и богатите в професионално отношение перспективи за успешни кариери в тази област, на фона на намаляващия брой учени, преподаватели, учители, които да мотивират и повишат интереса към изучаването на физиката изобщо, а и специално на ядрената физика. Един от проблемите, създаващ този дисбаланс 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.

Това подчертава и важноста на темата на **Вашата конференция**, като доказва високите цели, които си поставяте и отговорността, която за пореден път поемате пред младото поколение.

Целите на **тази конференция** – да съдейства за всестраниното развитие на науката, технологиите и практиката за безопасното използване на ядрените съоръжения е една от основните цели и на СФБ. Една от гаранциите за нейното постигане е обмяната на знания и идеи, повишаване на квалификацията на кадрите и активен диалог с българското общество, което ние осъществяваме с вече установеното ползотворно сътрудничество.

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 ентусиазъм, за да продължим съвместно успешната си и ползотворна работа.

20 ноември 2020 г., София

С УВАЖЕНИЕ,


Проф. АЛЕКСАНДЪР ДРАЙЧЕВ
ПРЕДСЕДАТЕЛ НА СЪЮЗА
НА ФИЗИЦИТЕ В БЪЛГАРИЯ


Проф. Ана Георгиева
Отговорен секретар на СФБ





ROMANIA
MINISTRY OF NATIONAL DEFENCE
Military Technical Academy „Ferdinand I”

BUCHAREST, 39-49 George Coșbuc Avenue, Sector 5, cod 050141
Phone: +40.21 335 46 60; Fax: 4021 335 57 63

Bucharest, the 19th of November 2020

GREETING ADDRESS

on the occasion of the
SCIENTIFIC FORUM ON “RADIATION SAFETY IN THE MODERN WORLD”

Dear Brigadier General Ivan MALAMOV,
Rector and Commandant of “Vasil Levski” National Military University, Bulgaria

The academic community of the Military Technical Academy “Ferdinand I” of Bucharest, Romania, is greeting you on the occasion of the 2020 edition of the *Scientific Forum on “Radiation Safety in the Modern World”*.

It is a great honour for us to be invited to this valuable scientific event. We appreciate the purpose of this conference, to bring together experts from industry, academia, and other interested organizations, to discuss the latest developments and challenges in the field of radiation safety, and to foster interaction and networking between industry and academia. I am confident that this event with a high level of scientific international recognition will provide a great forum for military and civilian staff, researchers and teachers in the field of the radiation safety, to present their results, exchange new ideas, and find new directions of collaboration.

We are extremely proud of our great cooperation built on a solid base which allows us to achieve individual objectives with mutual benefits. We have a lot of successful collaborations within Military Erasmus initiative, Erasmus+ programme; we are partners in scientific and educational projects and in the international events for students and staff. One of the recent results of our collaboration is the *Erasmus+ strategic partnership project* concerning the *European Common Technical Semester for Defence and Security* in partnership with your academy, as well as with Military University of Technology from Poland, Hellenic Air Force Academy and with French Air Force Academy, in the frame of the Erasmus+ programme and of the Military Erasmus initiative.

Given the current global situation of the COVID-19 pandemic and its major impact on the international relations, we congratulate you for the valiant decision to organize the conference in this difficult period.

On behalf of the Military Technical Academy “Ferdinand I” of Bucharest, I would like to extend our warm congratulations to the “Vasil Levski” National Military University for this outstanding scientific event and for our successful collaboration.

Sincerely,

Rector and Commandant of Military Technical Academy “Ferdinand I”
Brigadier General Prof. Eng. Iulian Constantin VIZITIU, PhD



INTERNATIONAL
MARIINSKAYA



ACADEMY n.a. M.D.
SHAPOVALENKO

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://twitter.com/papa8883> www.ifap.ru
+7 (918) 443-00-43, +7 (988) 955-61-32, +7 (928) 434-20-84. papa888@list.ru, latyshev-1970@inbox.ru

*Allis inserviendо consumor!
Dr. Tulpius.*

GREETING ADDRESS

Глубокоуважаемые организаторы и участники
Всероссийской научно-практической конференции с международным участием
«Radiation safety in the modern world»!

Позвольте от имени трудового коллектива
Международной Мариинской Академии имени М. Д. Шаповаленко выразить вам чувство
искренней признательности за приглашение к участию
в вашем почтенном научном событии!

От всей души желаем вам успешного проведения столь важной и нужной конференции,
содержательного общения, новых творческих открытий,
задора и оптимизма!

Founder of Publishing House, President of
International Mariinskaya Academy n.a. M.D.
Shapovalenko, Professor and member of expert council
of Russian Academy of natural history, Doctor of
Science, Honoris Causa of International Academy of
natural history (ScD h.c. IANH), Candidate of philological
sciences (PhD), Academician of International
Academies of social technologies (IAST), natural history
(UANH), youth tourism and local history (IAYTLH),
Corresponding Member of International Academy of
psychological sciences (IAPS), Emeritus member of the
International Scientific and Advisory Committee (ISAC)
at the Innovations and Sustainability Academy (ISA),
Honored Worker of Science, Technics and Education

Director of the Publishing House, academician-
secretary of the department of «SOCIOLOGY» (04) and
Academician of the department of «PHILOSOPHY» (02)
of International Mariinskaya Academy n.a. M.D.
Shapovalenko, 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
International Mariinskaya Academy n.a. M.D.
Shapovalenko, Professor (Associate) of the Department
of Mechanics of Todor Kableskov Higher School of
Transport (Sofia, Bulgaria)

Deputy Director of the Publishing House,
Corresponding member of the department of
«Biochemistry» (32) of International Mariinskaya
Academy n.a. M.D. Shapovalenko, Ph.D student of the
Department of Biochemistry of University Of Kufa (Najaf,
Iraq)

2020.11.11. Reg. №: 699-2020.



O.Yu. Lat

Dr. Ahmed Hattib

A.J. Al-K

[Signature]

A.I. Iv

S.M.H. Mul



Latvijas Republika
Izglītības un zinātnes ministrija
RĒZEKNES TEHNOLOĢIJU AKADĒMIJA
INŽENIERU FAKULTĀTE
IZM reģ. Nr. 3146001444
Reģ. Nr. 90000011588
Atbrīvošanas aleja 115 k-4, Rēzekne, LV-4601
Tālrunis +371 29382225, e-pasts if@rta.lv
<http://www.rta.lv>

20.10.2020.

ADDRESS LETTER

Dear participants of scientific forum "Radiation safety in the modern world"! I am dean of the faculty of Engineering of Rezekne Academy of Technologies from Latvia.

Already long time we have fruitful international cooperation between Rezeknes Academy of Technologies and Vasil Levski National Military University. We organize join conferences in Latvia and Bulgaria, participate in ERASMUS teaching, staff and students mobilities, develop joint research papers. Cooperation provides opportunities for future development.

Vasil Levski National Military University is very progressive, which looking to the future through innovation, research, new teaching methods. Laser technologies is one of direction which we are developing together. Subject of conference "Radiation safety in the modern world" is very important, because new technologies and safety we must develop together, using new methods and new materials in military and civil fields.

I wish interesting and productive conference for all participants of conference! This is excellent possibility to find new ideas for future international cooperation! All of You are welcome to participates in our international conference "Environmental. Technologies. Resources" which will held in Yun 2021 in Rezekne.

Dean of faculty of Engineering

Erika Teirumnieka





საქართველოს სახელმწიფო უნივერსიტეტი –
ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
სოციალურ და პოლიტიკურ მეცნიერებათა ფაკულტეტი

LEGAL ENTITY OF PUBLIC LAW –
IVANE JAVAKHISHVILI TBILISI STATE UNIVERSITY
FACULTY OF SOCIAL AND POLITICAL SCIENCES

N 21085/30
04/12/2020

21085-30-3-202012041243



Good morning dear colleagues,

I am happy to welcome the participants at the conference “**Radiation safety in the modern world**” and wish you successful joint work.

The topic of today’s meeting is very important as the academic and scientific societies should reinforce the research and development of the radiation safety subject. Especially in modern age when the terrorism threat has continued to evolve, it is essential to guarantee the radiation safety of human being as well as to protect the radiation sources, which might be used for preparation of “dirty bombs”.

In 2015 Georgian Government passed a special resolution about the radiational safety and accordingly the professors of the Faculty of Social and Political Sciences, at Tbilisi State University are involved in the study of radiational safety topic and prevention activities.

Furthermore, as the Black Sea Basin countries, Bulgaria and Georgia should work together on environmental safety issues. In order to solve these goals, our universities should have the scientific and academic collaboration, which will help generally Georgia to meet the engagement taken before the EU in the framework of Eastern Partnership policy.

I am very pleased to have possibility to welcome you to today’s section, and would like to express my gratitude to Mr. Nikolay Dolchinkov and Ms. Nino Durglishvili, who started collaboration between our universities.

Thank you for your attention and I hope that today’s section will be very fruitful to all of you.

Tamar Dolbaia

Professor,

Dean of the Faculty of Social and Political sciences at Ivane Javakhishvili Tbilisi State University

თამარ დოლბაია

დეკანი
ადმინისტრაცია

ЛАЗЕРНА БЕЗОПАСНОСТ - ПЛАТФОРМА ЗА ЕЛЕКТРОННО УЧЕНЕ

Любомир Лазов, Едмъндс Тейрумниекс, Ерика
Тейрумниекс, Недка Атанасова

LASER SAFETY – E-LEARNING PLATFORM

Lyubomir Lazov, Edmunds Teirumnieks, Erika
Teirumnieka, Nedka Atanasova

Abstract: *With the development of laser sources in the last 60 years, the field of application of lasers has been developing. Laser technologies are among the fastest growing industrial technologies due to a number of proven advantages, such as high productivity, precision and environmental friendliness. It should be noted that in a number of cases of laser operation and related applications in practice there is a lack of skills in „Laser Safety” by the operators of technological complexes. Unfortunately, this is a negative reality in a number of sectors of production.*

The article discusses the created new course in the discipline „Laser Technology”, which is based on the electronic platform MOODLE. The structure, content and methodology of training of the course intended for operators of laser technological processes through distance learning are discussed. This article presents the highlights and results of a European project in the field of laser safety in several European countries.

The project „Web-Based Laser Safety Modules for Vocational Education/Training” is aimed at improving professional skills in the field of laser safety through innovative web-based training modules in accordance with the norms and standards of the European Union.

Keywords: *Laser Safety, Laser Technology, New Training Course, MOODLE, Distance Learning, Specialists.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Лазерните технологии широко навлязоха в редица отрасли на промишлеността като машиностроене, електроника, автомобилостроене, корабостроене, самолетостроене, космонавтика и др. [1, 2, 10, 11, 12] Редица консултанските фирми, които редовно изследващи това развитие показват приблизително 7% средно годишен темп на ръста на пазара на лазерни системи в световен мащаб [3]. Напредъкът в този сектор е жизнено важен за всяка една европейска държава и трябва да се разглежда в неразривна връзка и с внедряването на другите ключови технологии на 21 век, като ИКТ и нанотехнологиите и създаването на нови материали.

Фотониката и лазерните технологии, както се посочва и в редица документите и стратегии на НАТО (Организацията на Северноатлантическия договор), днес са приоритет и на министерствата на отбраната [4]. Те има съществен принос и за развитието на европейската отбранителна промишленост.

Въвеждането на нови лазерни източници и различни видове технологии във военните сектори изисква развитие на нови умения и компетенции на армейския и командния състав на подразделения и в областта на „Лазерната безопасност“. През последните години европейските норми и стандарти в областта на „Лазерна безопасност“ се превърнаха в задължителна нормативна база за всички европейски държави. За съжаление в редица звена се наблюдават необходимите компетенции по „Лазерна безопасност“. Не трябва да се подценява и фактът, че лазерната радиацията от биологична гледна точка, може да бъде разнопосочна и в същото време с висока степен на риск за здравето и годността на армейския състав при определени случаи.

От направената от нас анкета с оператори и технически персонал, свързан с дейността на лазерни системи и комплекси стигнахме до няколко основни извода:

- Анкетираният нямат достатъчно теоретични познания, относно оптималното и безопасно използване на лазерни технологични системи и комплекси. В някои звена липсват и нормативните административни и инженерни инструкции и документи регламентиращи безопасната работа с такава радиация;

- Операторите не могат да анализират необходимите оптимални технологични параметри за конкретен технологичен процес и свързаните с тях опасности, както и да анализират критично факторите влияещи на биологичното въздействие на лазерната радиация [5].

За използването на разнообразните лазерни технологични процеси в практиката са необходими добре подготвени кадри – оператори на лазерни технологични процеси, техници за поддръжка и ремонт на системите, като и инструктори (LSO Laser Safety Officer) отговорници по техническа безопасност и др. Нуждата от по-добре подготвени специалисти по лазерни технологии ни даде основания да насочим усилията си към създаване на този курс по Лазерна безопасност.

Целта на доклада е да предостави полезна информация за задачите и резултатите на, разработен от нас Европейски проект с граждански фокус в областта на лазерната безопасност за нуждите на професионално обучение. Нашето желание е този опит да послужи като база и мост към създаването на обучение модули за нуждите от такова обучение в армията.

ИЗЛОЖЕНИЕ

1. Лазери в армията

Много армии от редица европейски страни използват голямо разнообразие от лазерни източници в решаването на различни тактически и стратегически задачи в различни военни операции и учения. Войсковите подразделения на пехота, артилерията, флота и авиацията днес припознават лазера като основен елемент за повишаване на точността и управлението на ефективността на битката, като и за успешна комуникация и предваване на секретна информация (фиг.1).



Фигура 1. Различни видове военните лазерни технологични приложения

До колко излагането на лазерна радиация може да бъде опасно за армейския състав?

За да се отговорите на този въпрос, трябва да се вземат в предвид изходните характеристики на лазера и конкретния технологичен аспект на неговото приложение както и съпътваща обстановка/среда.

Тези лазерните характеристики включват: дължина на вълната на лазерното лъчение λ , изходна енергия E и мощност P , размер на облъчената зона и тах продължителност на експозицията MPE . Ако се използва импулсен лазер, а това обикновено е често срещана практика във военните приложения, трябва също да се вземете предвид и честотата на повторение на лазерните импулсите ν , както и тяхната продължителност τ .

Изходната мощност на съвременните военни лазери варира от миливати (mW) до мегавати (MW) в случаите, когато работят в непрекъснат режим на генерация или дори петавати 10^{15} W за работа в импулсен режим. Във военно отношение лазерите с непрекъсната изходна мощност над 20 kW се класифицират като високоенергийни лазери (HEL). Изходните мощности в диапазона от киловати и мегавати позволяват разпространението на лазерната радиация на разстояния стотици

километра. Тези електромагнитна енергия може да доведе до повреда на противниковия обект/цел (дрон, ракета, сателит или друго летателно тяло).

Биологичното лазерно въздействие се явява функция от плътността на мощността q , $[W.cm^{-2}]$ дължина на вълната λ на лазерното лъчение, както и от свойствата на биологичната тъкан и от това каква част или орган на човек е поразена. Максималната доза на лазерна радиация, която човек може да понесе без нараняване се дефинира като „Максимална граница на експозиция (МДГ)“ (виж табл 1).

Таблица 1: Максимално допустимата експозиция MPE, $W.cm^{-2}$ за очите при въздействие с различни лазерни източници, работещи при различни режими на радиация. (CW –непрекъсната режим на работа; Q swiched – режим на гигантски импулси)

Time Lasers	0.25 s	10 s	10 min	500 min
CO ₂ (CW) $\lambda = 10.6 \mu m$	-	$100. 10^{-3}$	-	$100. 10^{-3}$
Nd:YAG (CW) $\lambda = 1.33 \mu m$	-	$5.1. 10^{-3}$	-	$1.6. 10^{-3}$
Nd:YAG (CW) $\lambda = 1.064 \mu m$	-	$5.1. 10^{-3}$	-	$1.6. 10^{-3}$
Nd:YAG (Q swiched) $\lambda = 1.064 \mu m$	-	$17.0. 10^{-6}$	-	$5.1. 10^{-6}$
GaAs Diode CW $\lambda = 0.840 \mu m$	-	$1.9. 10^{-3}$	-	$610.0. 10^{-6}$
HeNe (CW) $\lambda = 0.633 \mu m$	$2.5. 10^{-3}$	-	-	$17.6. 10^{-6}$
Krypton-(CW) $\lambda = 0.647.$ 0.568. 0.530 μm	$2.5. 10^{-3}$ $31. 10^{-6}$ $16.7. 10^{-6}$		$364. 10^{-6}$ $2.5. 10^{-3}$ $2.5. 10^{-3}$	$28.5. 10^{-6}$ $18.6. 10^{-6}$ $1.0. 10^{-6}$
Argon (CW) $\lambda = 0.514 \mu m$	$2.5. 10^{-3}$		$16.7. 10^{-6}$	$1.0. 10^{-6}$
XeFl-(Eximer CW) $\lambda = 0.351 \mu m$	-	-	-	$33.3. 10^{-6}$
Xel-(Eximer CW) $\lambda = 0.308 \mu m$	-	-	-	$1.3. 10^{-6}$

Използваната процедура за оценка на лазерната опасност от радиация върху човека най-общо се основава на способността на лазерния лъч да причини биологично увреждане на окото или кожата по време на въздействието. Съгласно международните норми и стандарти тя е свързана с класификацията на лазерните източници [6]. Лазерите или лазерните системи се сертифицират от производителя за конкретния клас на опасност в съответствие със стандарта на ЕС за лазерни продукти от клас 1, считана за неопасна, до клас 4 - много опасна (фиг.2).

1	Incapable of causing injury during normal operation
1M	Incapable of causing injury during normal operation unless collecting optics are used
2	<u>Visible</u> lasers incapable of causing injury <u>in 0.25 s</u> .
2M	<u>Visible</u> lasers incapable of causing injury <u>in 0.25 s</u> unless collecting optics are used
3R	Marginally unsafe for intrabeam viewing; up to <u>5 times</u> the Class 2 limit for visible lasers or the Class 1 limit for invisible lasers
3B	Eye hazard for intrabeam viewing, usually not an eye hazard for diffuse viewing
4	Eye and skin hazard for both direct and scattered exposure

Фигура 2. Лазерните класове и опасности (реакцията на човешкия светлинен рефлекс, известна още като „мигащ рефлекс“, се появява за по-малко от 0,25 секунди, но това се отнася само за въздействието от видима светлина!)

Класификацията на лазерите се основава на концепцията за достъпна граница на емисията¹ те са определени за всеки клас лазер. Accessible Emission Limit (AEL) взема предвид не само изходните параметри на лазерната система, но и достъпа на човека до лазерното излъчване. Лазерите са групирани в седем класа, като колкото е по-висок класът, толкова по-голяма е опасността и рискът от причиняването на поражения върху човека (Фиг.4). Този риск може да бъде значително намален чрез допълнителни мерки за защита на ползвателя. Те могат да включват специализирани административни и инженерни мерки за управление на риска.

Както видяхме по-нагоре в настоящето изложение лазерните източници на електромагнитна радиация са широко разпространени и използвани за различни военни цели: лазерни прожектори; осветление и охрана на военни летища и специални зони; инфрачервени лазерни комуникационни системи; лазерни целеуказатели; високоенергийни лазерни оръжия и други.

По време на бойни операции може да се наложи командирите на различни военни подразделения да вземат решения относно ефекта на лазерно въздействие върху армейския състав т.е. да преценят реално съществуващия риск от биологични наранявания, ако границите на експозиция са надвишат определени стойности. Ако лазерното въздействие не бъде добре оценено може да доведе до заслепяване / временно или до дори до постоянна загуба на зрение [6]. Тъй като човешкото око е много

¹ Максимално допустимото ниво на емисии, разрешено в рамките на определен лазерен клас, (AEL-Accessible Emission Limit)

чувствително, то може да бъде поразено, даже при ниски стойности на изходна мощност на лазера и малка експозиция (време на въздействие). Слепотата може да бъде предизвикана по няколко начина от лазерни импулс:

- чрез изгаряне на роговицата и лещата;
- може също да увреди кръвоносни съдове и засегне чувствителни зрителни клетки от ретината.

Тъй като окото има свойството да фокусира лазерното лъчение върху ретината, дори изходна мощност от няколко миливата (mW) може да увреди окото само от разстояние на няколко метра. Заслепяващи лазери вече бяха използвани във Фолклендския конфликт и във войната между Иран и Ирак през 80-те години [8]. През 1995 г. тези оръжия обаче бяха официално забранени съгласно международното хуманитарно право. По-специално тези оръжия нарушават Четвъртия протокол към Конвенцията за забрана или ограничаване на използването на някои традиционни оръжия, което може да се счита за прекалено увреждащо или да предизвика необратими биологични ефекти върху човека. Този протокол забранява използването и разпространението на лазерни оръжия, които са могат да предизвикат слепота при пряко лазерно въздействие [9]. Въпреки това, не трябва никога да се забравя, че при неправилна експлоатация даже и най-безобидния военен лазер може да предизвика необратимо лазерно биологично въздействие върху очите на персонала или случайно намиращи се лица в близост със зоната на въздействие.

2 Структура и съдържание. Erasmus+ Laser Safety - Project

Проектът има за цел да подобри професионалните умения по „Лазерна безопасност“ на персонала работещ в сектора на лазерните технологии. Профилът на консорциума по проекта включва три университета със собствени изследователски институти (включително фотоника и лазерни технологии), една НПО, два центъра за ПОО и компания от сектора на ИКТ. Екипът на проекта има за цел да разработи, тества и валидира три иновативни модула за обучение (фиг. 3) в съответствие с нуждите на европейския пазар по фотоника и лазерни технологии. Използвайки електронната платформа MOODLE, модулите за обучение са уеб базирани и достъпни за студенти, работници / оператори и всички други играчи, свързани с областите на фотониката и лазерните технологии. Освен това курсът по лазерна безопасност ще бъде преведен на 5 официални езика на ЕС. По своето съдържание той ще отговаря на Директива 2006/25 / ЕС на ЕС. Това ще даде възможност на тези, които искат да подобрят компетенциите и знанията си и да получат и европейски Сертификат за лазерна безопасност.

Разработеният по проекта учебен продукт е предназначен за дистанционна форма на обучение и специализация на технически кадри,

работещи с лазерни системи. Ръководейки се от предварителното изследване на нуждите и потребностите на бенифициентите, авторите на курса се договориха за следната архитектура/структура (виж фиг.3). По-надолу ще дадем кратка анотация на съдържанието на отделните модули:



Фигура 3. Архитектура на съдържанието на курса за обучение по „Лазерна безопасност“

Първи модул

Този модул съдържа три основни части със следното съдържание:

Основи на лазерната физика: В него е застъпено изучаването на принципите на генерирането на лазерното лъчение, схемите на генерация, основните свойства на лазерното лъчение и неговите характеристики, както и взаимодействието на лазерното лъчение с веществото.

Видове лазерни източници: Изучават се най-използваните лазерни източници в технологичните процеси – файбър лазер, CO₂ лазер, твърдотелни лазери, диоден лазер. Описано е устройството им и техния принцип на действие. Дискутират се някои техни параметри – дължина на вълната λ , диаметър на работното петно d , качество на лъча M^2 . За други техни параметри като мощност на лазерното лъчение P , честота ν и продължителност на импулсите τ са дадени работните интервалите на изменение при различните технологични процеси.

Лазерни технологии: В него се изучават технологичните процеси лазерно маркиране, лазерно рязане, лазерно заваряване, лазерно пробиване на отвори, лазерно закаляване, лазерно напластяване. Разгледана е същността на процесите и са анализирани факторите, които влияят на процеса на обработка. Дефинират се и критериите, които определят качеството на конкретния технологичен процес.

Втори модул

Този модул е базовия за курса на обучение по „Лазерна безопасност“ основните теми които се застъпват в него са четири. В него курсистите се запознават с биологичното действие на лазерното лъчение върху очите и

кожата на човека и възможните поражения върху тях вследствие на попадане на лазерния лъч. Описани са отделните лазерни класове на лазерите, както и безопасни условия за работа с всеки клас лазер.

В отделна тема на модула са разгледни и отделните лични предпазни средства и тяхната специфика и функционално предназначение. Накрая е отделено внимание и на административните и инженерни мерки, които трябва да се вземат за изграждане на самостоятелна система за недопускане на поражения върху операторите, лицата по поддръжка и останалия персонал работещ на територията на институцията.

Трети модул

Третият модул е организиран под формата на терменологичен глосар. Разработен е автоматизиран терминологичен речник, като препратки към него има в съдържанието на конкретните теми на всеки модул. Това са основни понятия; дефиниции на величини; фигури и допълнителен лекционен материал с цел да се доизясни изучавания материал и да подпомогне задълбочаване на знанията по конкретната тема.

При разработката на отделните теми от трите модула авторите са интегрирали и използвали в учебното съдържание редица интерактивни елементи, които подпомагат усвояването на учебното съдържание в условията на дистанционната форма на обучение. На фигура 4 е представена схема на интерактивни елементи, които се използват в темите към курса на обучение. Използването на тези интерактивни елементи е базирано на функционалните възможности на самата електронна платформа MOODLE и могат да бъдат ползвани от обучаемите на различни електронни устройства като таблети, смартфони и др.



Фигура 4. Интерактивни елементи, използвани в отделните теми на модулите

Практически модул

След завършване на обучението по всичките 3 модула се провежда практическо занятие с всеки курсист. То се осъществява в базови фирми подбрани предварително от ръководния екип на курса. Практиката е свързана с изследване на конкретен технологичен процес – лазерно маркиране, лазерно рязане, лазерно заваряване, лазерно пробиване на отвори и т.н. в зависимост от интересите и специализацията на обучаемия. Акцентът на практическото занятие и оформянето на протокол за работата е

свързан с анализ на изискванията за здравословни и безопасни условия на труд в конкретни работни условия на работното място. След конкретното изпълнение на поставените задачи обучаемите обработват получените резултати и изработват, защитават и предават протокол за практическото занятие по „Лазерна безопасност“.

Форми на контрол и критерии за оценка на знанията

Формите на контрол се извършват на няколко етапа от обучението (фиг.5), като по този начин се постига системен контрол през целия период на обучение. Формите на контрол целят да се създаде системност и да подпомогнат преподавателя в неговия мониторинг за развитието на учебния процес с всеки един обучаем поотделно.



Фигура 5. *Форми и етапи на контрол по време на обучението*

Накрая на курса обучаемите полагат изпит под формата на финален тест. Финалният тест също се генерира на базата на тестове от целия учебен материал с генератор за случайни числа. Заложената многоетапна тестова система на изпитване е форма на оценяване, която поставя всички обучаеми на равни начала като практически елиминира субективността на преподавателя.

При оформянето на крайната оценка се вземат в предвид и резултатите от предватителните оценки получени на отделните теми и модули, както и тази от практическото занятие.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработеният от нас курс по „Лазерна безопасност“ ще е в помощ на малкия и средния бизнес, който няма необходимия академичен капацитет, преподавателски състав и материална база за да провежда обучение на специалисти по лазерни технологии. Така предложението от нас курс и неговото обвързване с електронната платформа за дистанционно обучение MOODLE, дава възможност на обучаемите за съвместяване на обучението и същевременно изпълняване на трудовите им задължения във фирмата. След успешно завършване на курса, обучаемите имат възможност да получат и Сертификат удостоверяващ тяхните компетенции, познания и специална техническа култура за създаване и контролиране на условията и

мерките за Лазерна безопасност, необходими им за работа като оператори на лазерни технологични системи и комплекси.

Литература:

1. Minh Quang Chau, An Overview Study on the Laser Technology and Applications the Mechanical and Machine Manufacturing Industry, August 2019, Journal of Mechanical Engineering Research and Developments 42(5):16-20
2. Katulin, V., Laser technology in industry, Hyperfine Interactions volume 37, pages 423–432(1987)
3. Inkwood Research, EUROPE LASER TECHNOLOGY - DEFENCE, INDUSTRIAL, MEDICAL MARKET 2021-2028, www.inkwoodresearch.com
4. Science & Technology Trends 2020-2040, Exploring the S&T Edge, NATO Science & Technology Organization, NATO Headquarters, 2020 Brussels, <http://www.sto.nato.int>
5. Lyubomir Lazov, Erika Teirumnieka, Edmunds Teirumnieks, Antons Pacejs, Mihails Kijasko, Laser safety training needs analysis in VET, 11. Mittweidaer Lasertagung, 13./14. November 2019 an der Hochschule Mittweida, p. 51
6. DIRECTIVE 2006/25/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL, Official Journal of the European Union, 27.4.2006
7. Peters, A., (1995) *Blinding Laser Weapons: The Need to Ban a Cruel and Inhumane Weapon*, Human Rights Watch Arms Project, September, vol. 7, no. 1,, pp. 1–49
8. McCall, J. H. Jr, (1997) *Blinded by the Light: International Law and the Legality of Anti-Optic Laser Weapons*, Cornell International Law Journal, vol. 30, no. 1, 1997, pp. 1–44
9. ICRC, „Treaty database of the International Committee of the Red Cross”, <http://www.icrc.org/ihl.nsf/WebFULL?OpenView> –viewed May 2005.
10. Долчинков Н. Т., Лазерът – създаване, развитие и перспективи, Годишна научна конференция на НВУ „Васил Левски” – 27-28 юни 2019 г. ISSN 2367-7481 стр. 456-465;
11. Dolchinkov N. T., Shterev Y., Lilianova St., Boganova D., Peneva M., Linkov L., Nedialkov D., Examining the possibility of marking and engraving of textiel using CO₂ laser, International journal for science Machines, Technologies, Materials 4/2018 стр 491-493;
12. Dolchinkov N. T., Practical research of marking and cutting of textiles with increased resistance, using CO₂ laser, 2020 The 6th International Conference on Chemical Materials and Process, Journal of Physics: Conference Series 1681 (2020) 012014, IOP Publishing, doi:10.1088/1742-6596/1681/1/012014

Acknowledgements

This work has been supported by the Erasmus+ programme, KA2 – Cooperation and Innovation for Good Practices within the project Nr. 2018-1-LV01-KA202-056957 „Web-Based Laser Safety Modules for Vocational Education/Training”.

Authors address:

Rezekne Academy of Technologies, Faculty of Engineering, Atbrīvošanas aleja 115, Rezekne 4601, Latvia

Prof. Dr. Ing. Lyubomir Lazov, E-mail: lyubomir.lazov@rta.lv, Phone: +371 28327234

Prof. Dr. Ing. Edmunds Teirumnieks, E-mail: Edmunds.Teirumnieks@ru.lv,

Mg.chem. Erika Teirumnieka, E-mail: Erika.Teirumnieka@rta.lv,

European Center for Education, Science and Innovation, Gabrovo, Bulgaria

Mag. ing. Nedka Atanasova, E-mail: nedkaatanasova@yahoo.com

АНАЛИЗ НА ПРОУЧВАНЕ НА ЗНАНИЯТА И НАГЛАСИТЕ НА ГРАЖДАНИТЕ В ОБЛАСТТА НА РАДИОЕКОЛОГИЯТА И РАДИАЦИОННАТА ЗАЩИТА

Младен Митев

ANALYSIS OF A STUDY OF THE KNOWLEDGE AND ATTITUDES OF CITIZENS IN THE FIELD OF RADIOECOLOGY AND RADIATION PROTECTION

Mladen Mitev

***Annotation:** The possible uneasiness of the population in connection with the radioactive waste storage, operating nuclear power plant and the production of radioactive isotopes are investigated in this paper. Social study has been performed to evaluate the knowledge of the people on radioactivity and the source of the connected fears and prejudices. The levels of awareness were evaluated and the primal sources of public unrests because of the radioactivity were found. The relation to the different applications of the nuclear energy is outlined.*

1. Въведение

Използването на ядрената енергия в медицината и индустрията има много дълга история. В наши дни това използване се характеризира с висока степен на безопасност и нисък брой на инцидентите, довели до последствия за околната среда. Значително са повишени защитните мерки в медицината и индустрията, което довежда до значително намаление на облъчването за персонала и пациентите. По отношение на ядрената енергетика може да се каже, че са настъпили са само три тежки аварии, довели до стопяване на активната зона на ядрен енергиен реактор: аварията в АЕЦ Три Майл Айлънд, аварията в Чернобилската атомна електроцентрала и аварията в атомната електроцентрала във Фукушима, собственост на Токийската електрическа компания (Tokyo Electric Power Company, TEPCO). От тях само две аварии в ядрени електроцентрали са довели до значимо изпускане на радиоактивни изотопи в природата: аварията в Чернобилската атомна електроцентрала и аварията в атомната електроцентрала във Фукушима, като единствено при аварията в Чернобилската АЕЦ има човешки жертви вследствие на радиоактивно облъчване. Тези тежки последствия са на фона на над 15000

реакторогодини експлоатация на енергийни ядрени реактори и милиарди тонове спестени вредни емисии от парникови газове и дребни прахови частици в околната среда, което допринася значително за подобряване на здравето на населението. На фона на това, недоумение буди първосигналното неодобрение на големи групи от населението относно използването на ядрената енергия в медицината и индустрията. Източниците на тези притеснения у хората са дискуссионни от дълго време. В настоящата статия ще бъде изследван такъв източник като частен случай на общите притеснения и страхове, които радиационното въздействие събужда в населението, установени в наскоро проведено социологическо проучване относно [2].

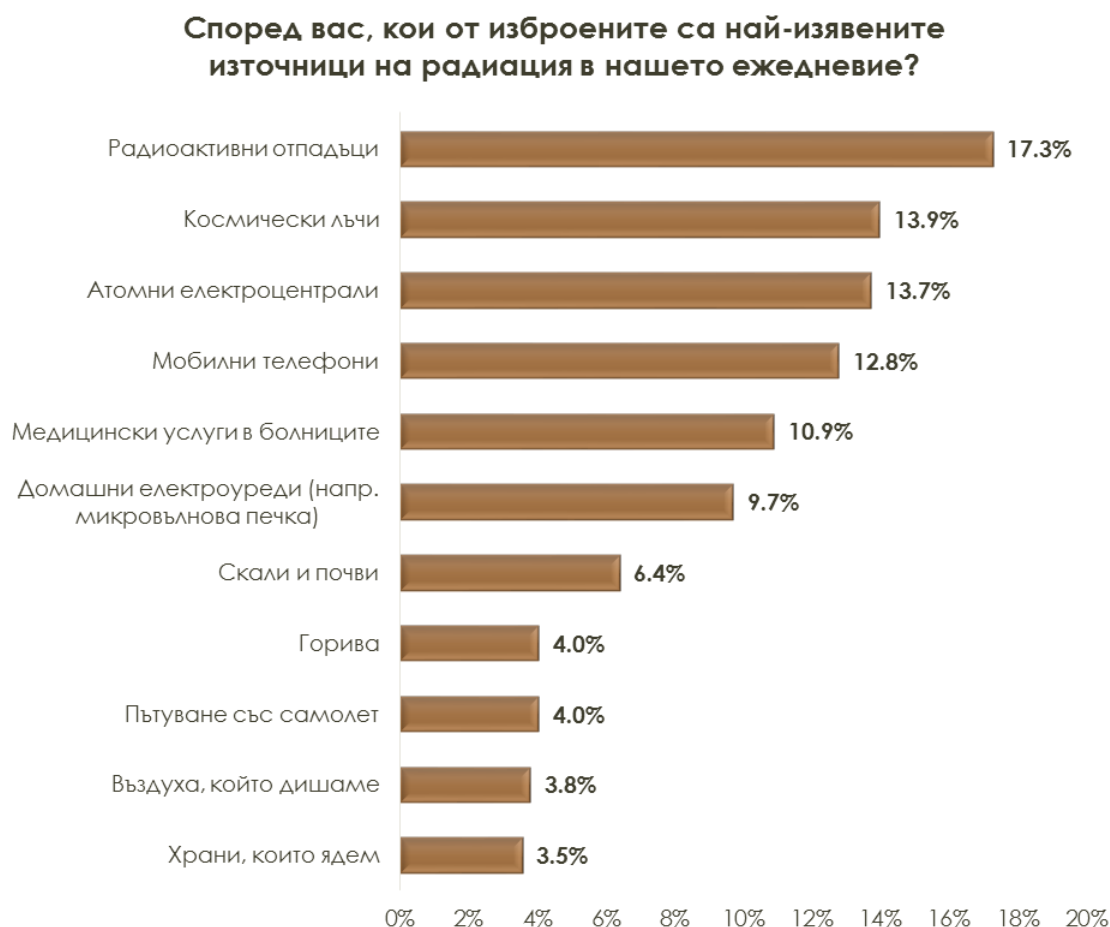
2. Общи притеснения и страхове, които радиационното въздействие събужда в населението и връзката им с експлоатацията на атомни електроцентрали



Фигура 1. *Познание и осведоменост на гражданите по въпроси свързани с радиологични познания, лъчеви и токсични натоварвания от радиоактивни отпадъци*

Оценките на притесненията и страховете на населението са тясно свързани с оценяване на неговото познаване на изследваната материя. Може да се отбележи, че е налице добро познаване сред интервюираните относно същността на разглежданата материя (Фигура 1).

Не така стои въпроса с най-разпространените източници на радиоактивност (Фигура 2), където ясно личи медийното влияние, отреждащо водещо място на техногенните радиоактивни отпадъци.



Фигура 2. Степен на познание и осведоменост на гражданите относно основните източници на йонизиращи лъчения

Геоложките особености на средата съвсем неоснователно не се виждат като заплаха, което показва, че най-често заплахите за гражданите от въздействието на радиоактивността, за които си спомнят анкетираните, не са задължително свързани с конкретния регион или населено място.

Показателно е, че най-голям процент от лицата обвързват заплахата от радиоактивността със случилата се авария в Чернобил (Фигура 3), визирайки широкия обхват и мащаб на опасността. Откроява се ирационалността на този отговор на фона на останалите въпроси и въпреки това най-голям процент от имащите мнение са посочили именно аварията в Чернобил като най-голям източник на заплахата в техния регион. Освен това, сред посочените заплахи на преден план се очертава повишаване на дела на заболяванията, сред които най-вече онкологични, такива свързани с нарушено функциониране на щитовидната жлеза или увреждане на

здравословното състояние и отслабване на имунната система като цяло, които отново са свързани с нашумелия минисериал „Чернобил“. За натрупвания на отговори можем да говорим и в опцията „замърсяване на въздух и вода“, докато отговори свързани с опасност поради наличието на хранилища за радиоактивни отпадъци и източници на атомна енергия са посочвани съответно от представителите на Нови Хан и Козлодуй.

Въпреки отразените опасности, повече от половината респонденти не посочват отговор на въпроса или не си спомнят аварийна ситуация, която да се е случила в миналото. Това може да бъде сигнал, че в избраните места се наблюдава усещане за спокойствие сред представителите на целевите групи, които в по-голямата си част са и жители на същите населени места.



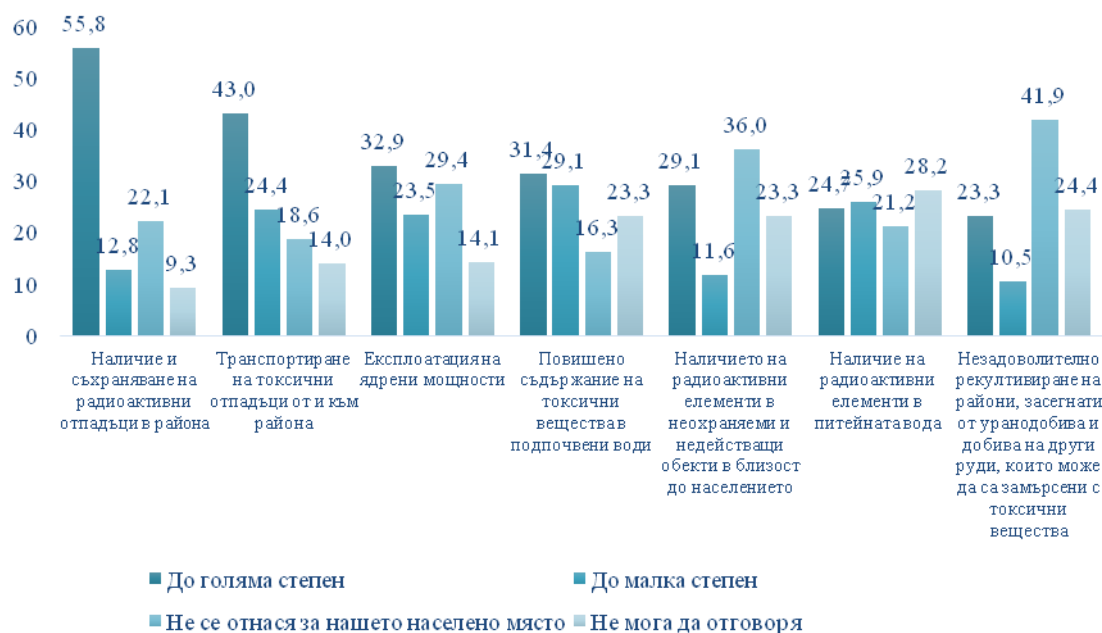
Фигура 3. Основни притеснения за здравето, свързани с източниците на йонизиращи лъчения

Показателно е, че там, където се осъществява експлоатация на ядрени обекти или има действащи площадки за съхраняване на радиоактивни отпадъци повод за притеснения най-често се оказва самото наличие, съхранение и работа с тях. Това се дължи на факта, че основните възражения срещу използването на ядрената енергия са свързани с производството на дългоживущи радиоизотопи, които трябва да бъдат надлежно съхранявани. Неглижирането на самият процес на съхранение от оператора, обаче, предполага повишаване на риска от нарушение на опаковката и другите защитни бариери едва след първите няколко

столетия и поради това, ирационално е притеснението, че съхранението на ядрените отпадъци би довело до заплахата за околната среда в обозримото бъдеще. Притесненията, породени от процесите, свързани с транспортиране на токсични отпадъци от и към районите, в които такива дейности са осъществявани, остават на второ място след съхранението на радиоактивни отпадъци. Транспортирането е процесът, свързан с най-висок риск от погиване на стоката във всяка една индустрия и затова този резултат показва, че извън насадените страхове е налице значително осъзнаване на реалните рискове от страна на населението.

При твърдението, свързано с незадоволителното рекултивиране на райони, засегнати от уранодобива и добива на други руди, които може да са замърсени с токсични вещества, най-голям дял от отговорите са поместени в опцията „не се отнася за нашето населено място“. От една страна това може да бъде знак, че този процес е осъществен в достатъчна степен в рамките на изследваните територии, където това е било необходимо, а от друга може да сигнализира за непознаване на този тип дейности и тяхното значение в райони, засегнати от уранодобива и добива на други руди.

До каква степен всяко от изброените е повод за притеснение по отношение на радиационното въздействие във вашето населено място?



Фигура 4. Основни притеснения на населението относно различните токсични и източници на йонизиращи лъчения с природен и техногенен произход

В обобщение на блока от въпроси, можем да твърдим, че представителите на двете целеви групи в изследваните населени места не

свързват непременно йонизиращите лъчения и техногенните такива в района си на местоживеене с опасност. При част от анкетираните в конкретни райони са налични известни притеснения, свързвани съответно с експлоатацията на АЕЦ Козлодуй или транспортирането и съхранението на радиоактивни отпадъци в близост до Нови Хан. Все пак, над 40% от всички респонденти смятат, че на територията на населеното им място няма повод за притеснение по отношение на радиационното въздействие.

3. Защитата от източниците на радиация в представите на населението

Представите на основната част от населението за защита от радиацията се формират основно от медиите. В учебната програма за седми клас по физика и астрономия [3] са дадени знания за проникващата способност на йонизиращите лъчения, но произтичащите от това възможности за защита на човека не са предмет на програмата. Тези два факта водят до нереални представи у населението за възможностите за защита от йонизиращите лъчения. Въпреки, че тези представи не са предмет на изследването [2], в него е поставен контролният въпрос за радиоактивното мляко (Таблица 1), за да се проконтролира общата представа относно начините за защита от радиоактивните лъчения.

Същото твърдение е проверено и през две вече реализирани изследвания на Европейската комисия. В „Евробарометър - Европейци, наука и технология“, публикуван през 2001г. [4], над 64% от попадналите в изследването са посочили, че преваряването не би могло да намали радиоактивността на млякото. Процентът на тези, които са посочили, че не са запознати, остава по-висок от тези, които се съгласяват с твърдението. През 2005г. друго издание на същото изследване [5] показва нарастване на тези, които са несъгласни с твърдението, за сметка тези, които не са знаели какъв е отговорът. Делът на вярващите, че радиоактивното мляко може да стане отново здравословно след като бъде преварено остава сравнително непроменен за двата периода, като все пак се наблюдава спад от малко над 1%.

Резултатите от настоящото изследване до известна степен кореспондират с резултатите от двете проведени изследвания на европейско ниво. Както стана ясно, по-голямата част от анкетираните в избраните населени места остават скептични към възможността за неутрализиране на радиоактивността в млякото след преваряване и не се съгласяват с поместеното във въпроса твърдение. Значително висок обаче остава делът на анкетираните, които не са знаели как да отговорят – 28,7%, като той надвишава многократно този на съгласилите се, че преваряването може да неутрализира радиоактивните изотопи в млякото.

Таблица 1. Тестовия въпрос за радиоактивното мляко

Радиоактивното мляко може да стане отново здравословно след като бъде преварено	Съгласен	Несъгласен	Не знам
Евробарометър (2001г.)	11,8%	64,2%	24,0%
Евробарометър (2005г.)	10,0%	75,0%	15,0%
Проучване в България (2020г.)	2,3%	69,0%	28,7%

В обобщение, анкетираните показват значително по-добро познаване на физическите процеси, а у тези, у които такова познание липсва, откровено заявяват това, вместо да дадат предполагаеми отговори. Това от една страна показва реалистична оценка на нивото на познание относно природата на източниците на радиация, но от друга страна предполага необходимост от допълнителни усилия в запознаването и разясняването на основни знания по отношение на въздействието на йонизиращите лъчения върху човека, необходимостта и методите за защита от това въздействие, както и как и къде на територията на страната най-често човек може да стане обект на лъчево натоварване.

4. Заключение

Използването на различните източници на радиоактивност буди усещане за несигурност и заплахата в голяма част от населението. Съществува разделение между осъзнатите предимства на тези източници и заплахата от тях. Обществото не приема тези две страни на материята като едно цяло, както например ползите и рисковете от шофиране на автомобил. Източниците на притеснения относно въздействието на йонизиращите лъчения върху хората са дискуссионни от дълго време. В настоящата статия източникът на тези притеснения се разглежда като частен случай на общите притеснения и страхове, които радиационното въздействие събужда в населението, установени в наскоро проведено социологическо проучване относно [2]. Като основен източник отново се оказва медийното влияние, подкрепено с недостатъчно познаване на процесите на взаимодействие между йонизиращите лъчения и биологичните видове. Когато отсъстват подвеждащи отговори, свързани с насадени обществени представи, се установява по-добро познаване на последствията от това взаимодействие в местата, където съществуват промишлени съоръжения, свързани с производство на електроенергия от ядрени взаимодействия или съхранение на радиоактивни отпадъци. На основата на получените резултати от проучването може да се предполага, че това познание е над средноевропейското. При всички случаи се установява необходимост от допълнителни усилия в запознаването и разпространението на основни знания по отношение на взаимодействието на радиоактивните лъчения и околната среда, включително и в училищните програми и на територията на цялата страна.

Литература:

1. World Nuclear Association, Safety of Nuclear Power Reactors (Updated June 2019), <https://www.world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/safety-of-plants/safety-of-nuclear-power-reactors.aspx>

2. Доклад на тема „Анкетно проучване за установяване степента на осведоменост на гражданите по въпроси свързани с радиологични познания, лъчеви и токсични натоварвания от радиоактивни източници“, Глобал Метрикс ЕООД, изготвен в рамките на проект № BG05SFOP001-2.009-0172 „Партньорство на гражданите с институциите на местно, регионално и национално ниво за създаване и провеждане на устойчиви политики в областта на радиоекологията и радиационната защита на здравето на населението“, финансиран от Оперативна програма „Добро управление“, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския социален фонд.

3. Приложение № 28 към т. 28, Учебна програма по физика и астрономия за VII клас, https://www.mon.bg/upload/12225/UP_Fizika_7kl.pdf

4. Eurobarometer 55.2 “Europeans, science and technology”, December 2001, European Commission

5. Special Eurobarometer 224 “Europeans, Science & Technology”, June 2005, European Commission

Адрес за кореспонденция:

Младен Митев, главен асистент, д-р

ИИИЯЕ-БАН, лаб. „Реакторна физика“

Бул. Цариградско шосе 72

e-mail: mlmitev@inrne.bas.bg

RADIATION AND SAFETY MEASURES

Alexander Schmoock Ibanez

Abstract: One could think that exposure is limited to microwave ovens, security X-ray checks at airports, diagnostic imaging at the hospitals or radiation treatment for certain forms of cancer. X-ray radiation is similar to gamma radiation, but with a different origin. They are the most used type of radiation in the medical procedures and treatment. Radiation therapy can also include protons or other types of energy to reach the desired effect.

Key words: measures, radiation, safety, X-ray

Introduction

Radiation in our daily lives

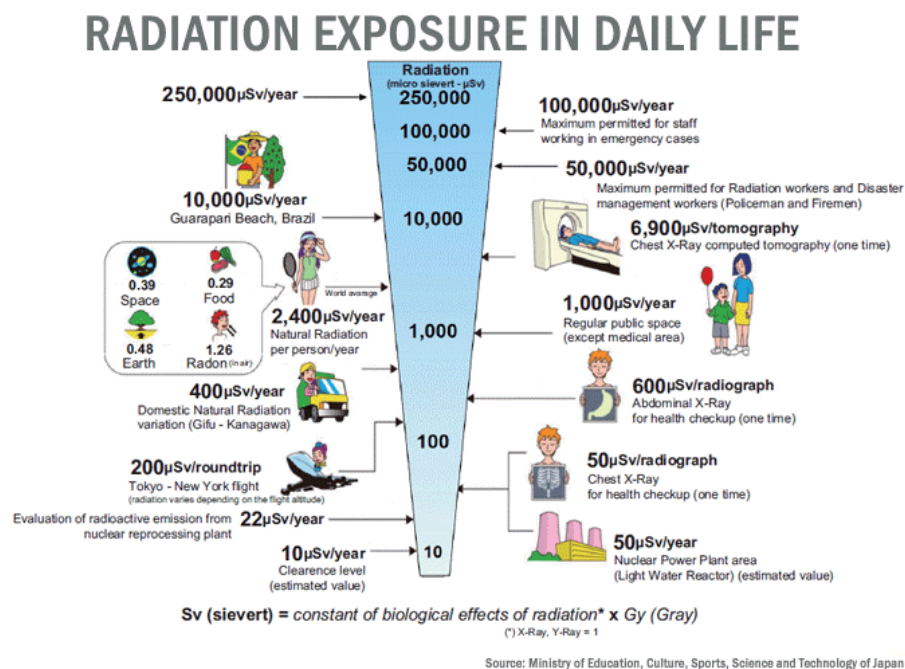


Figure 1, Radiation exposure in daily life

One could think that exposure is limited to microwave ovens, security X-ray checks at airports, diagnostic imaging at the hospitals or radiation treatment for certain forms of cancer (fig.1). However, we are constantly irradiated in various forms depending on the environment. Even if the level of daily radiation might be safe under normal circumstances, it should not be ignored or exacerbated (e.g. skin cancer by excessive UV radiation from the sun).

The main sources of radiation exposures are mainly during medical procedures- for diagnose, treatment...and the natural background. As it is shown in fig.2, from the natural background, the radon and the thoron are the biggest source of radiation exposure while from the medical part, the CT procedures prevail.

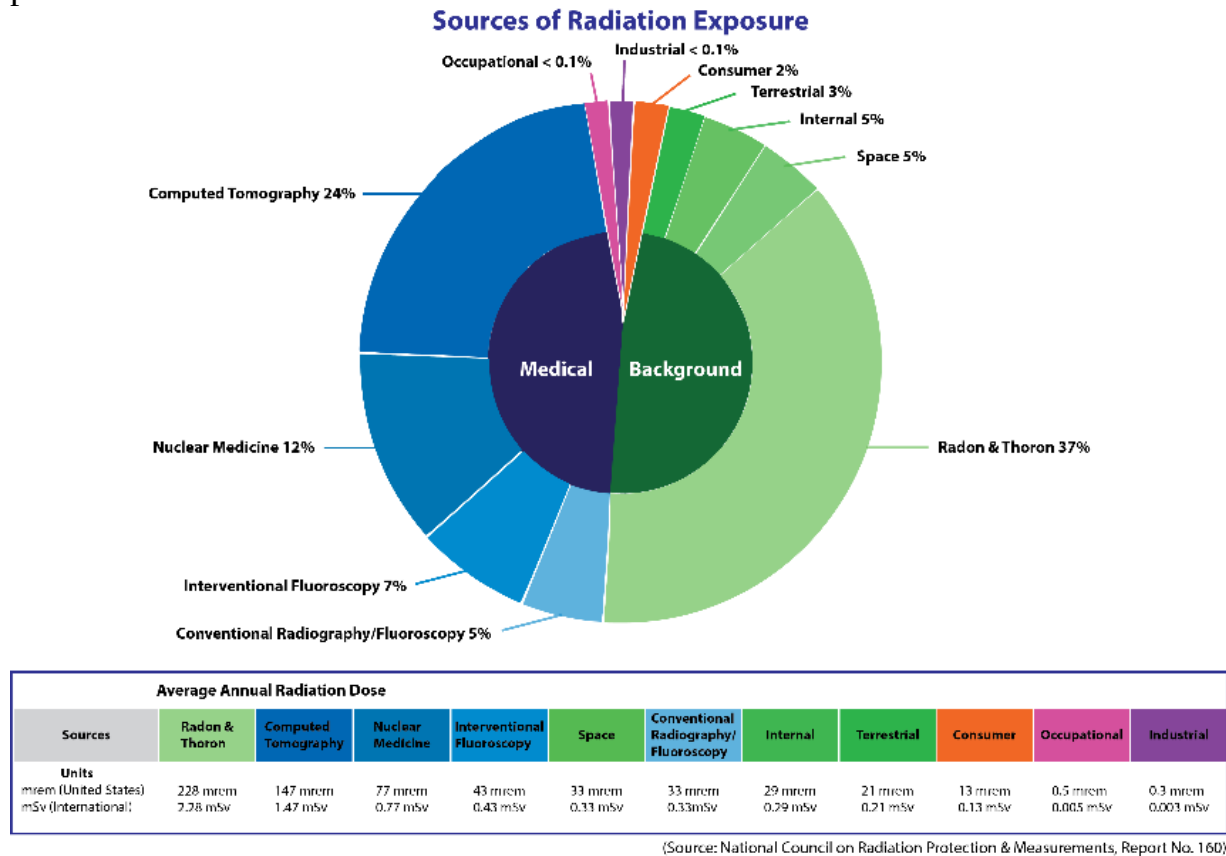


Figure 2, Sources of radiation exposure and average annual radiation dose

1. The effect of the radiation for the body

To be effectively protected from harmful levels of radiation, we must understand how the biological tissue is affected. Radiation is differentiated by the strength of energy - whether it is strong enough to immediately destroy the chemical bonds and detach an electron from an atom/molecule (*ionizing*) or not (*non-ionizing*). While non-ionizing radiation is commonly produced by radiofrequency, microwaves, infrared, UV light, electrical wiring, etc. it still poses a health risk in excessive scenarios [1]. The ionizing radiation however is more aggressive and can penetrate certain layers of tissue according to the type (table 1):

Table 1, Penetration of the radiation according to the layers of the tissue

Ionizing radiation type	Energy strength	Penetrating tissue capacity
Alpha	High ionizing, low	Epidermis

	penetration	
Beta	Moderate ionizing & penetration	Soft tissue
Gamma	Low ionizing, high penetration	Bone tissue, Glands, Organs

X-ray radiation is similar to gamma radiation, but with a different origin. They are the most used type of radiation in the medical procedures and treatment. Radiation therapy can also include protons or other types of energy to reach the desired effect.

The different types of ionizing radiation have physical boundaries and are not able to penetrate through all materials, which is a great information to understand basic safety measures(fig.3). Alpha particles might be stopped by a simple piece of paper, for the beta particles thin plates of wood or aluminium will do the job. X-rays and gamma-rays have bigger penetration, so materials like lead or iron are better to be used if we want to prevent irradiation. Of course, not only the material but the energy is important too when speak about protection. Higher the energy of the particles, thicker the protective material should be.

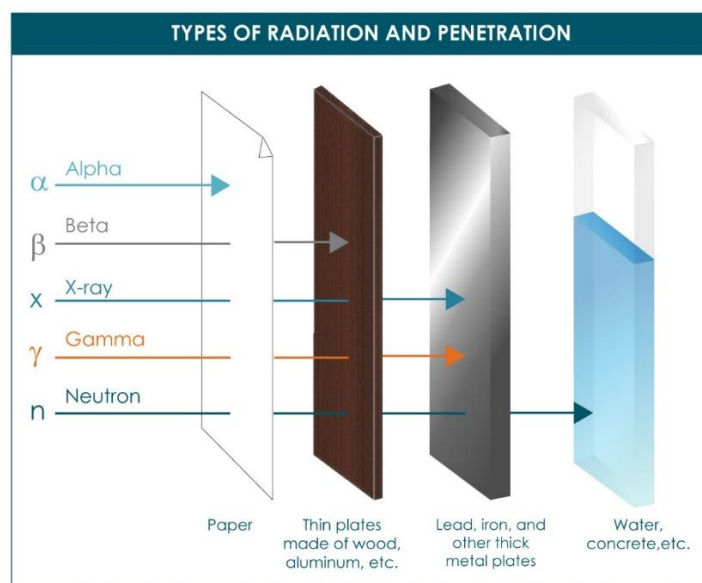


Figure 3, Types of radiation and penetration

During standard medical diagnostic procedures, it is recommended that medical personnel either leaves the room (behind concrete or a shielding screen) or wears protective clothing such as lead coats, collar, gloves, spectacles..(fig.4).



Figure 4, Protective clothing

The main focus lies in protecting the internal organs, but equally important is the bone marrow located in the spongy tissue inside some bones (e.g. hip and thigh bones). Since bone marrow is extremely sensitive to radiation and responsible for the production of blood cells it shouldn't be taken for granted when it comes to protective clothing. The protective collar around the neck is often forgotten but essential to shielding the thyroid gland, which is particularly vulnerable. When performing a diagnostic test or treatment with radiation, it must be ensured that everyone within reach of these rays should be sufficiently protected. This mainly includes medical personnel and the patient, though the patient's irrelevant body regions, students, voluntary workers, family members or any other unsuspected people should not be unnecessarily radiated.

Outside of medical procedures and low dose radiation, the more dangerous threat is posed by large dose of radiation.

The most common consequence of a large dose of radiation over a short period of time is radiation sickness, also called acute radiation syndrome. This is usually the result of nuclear industrial accidents, detonations of radioactive devices, etc. and are not caused by common low-dose medical imaging procedures(fig.5). Since the average dose for a CT scan / X-ray is between 0.7-15 milligrays (mGy) or millisieverts (mSv) it would require a remarkably high amount of these dosages to cause radiation sickness. Symptoms and damage to our bodies varies depending on the amount of radiation absorbed, which in turn depends on the energy strength, time of exposure and distance to the radiation source. The timing of initial signs, such as nausea, vomiting and headaches can represent a hint to the amount of radiation the patient absorbed [2].

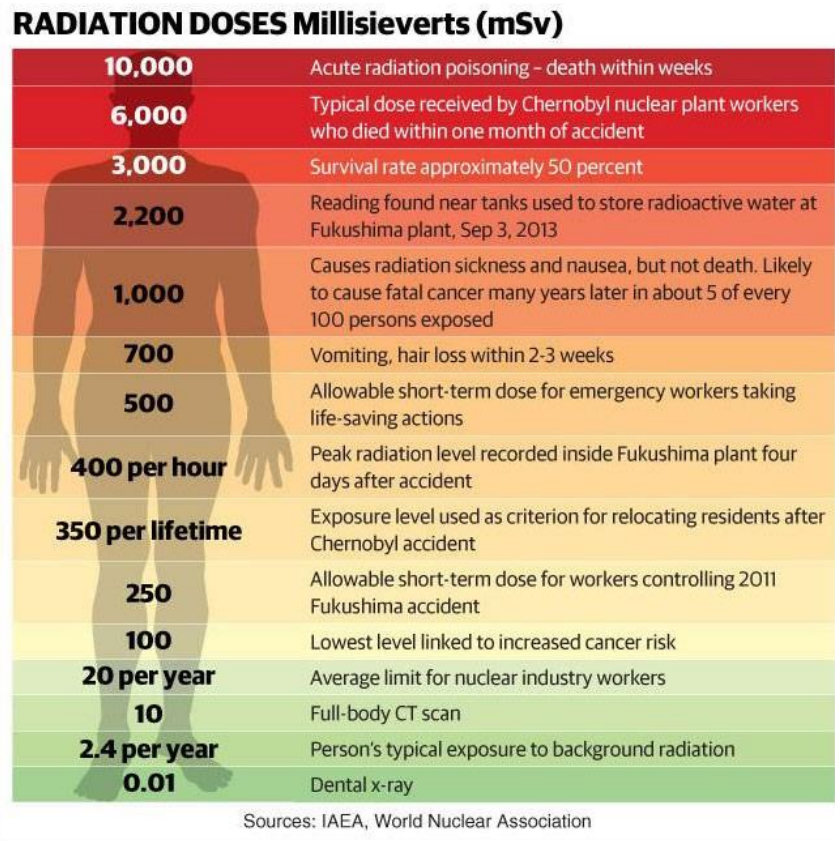


Figure 5, Radiation doses

For scenarios with an excessive dosage of radiation, a proper assessment of the situation and adequate safety measures to both the people affected by it and the environment are required. The CDC developed the Radiation Hazard Scale which should be used in case of radiation emergencies over a short period of time(fig.6).

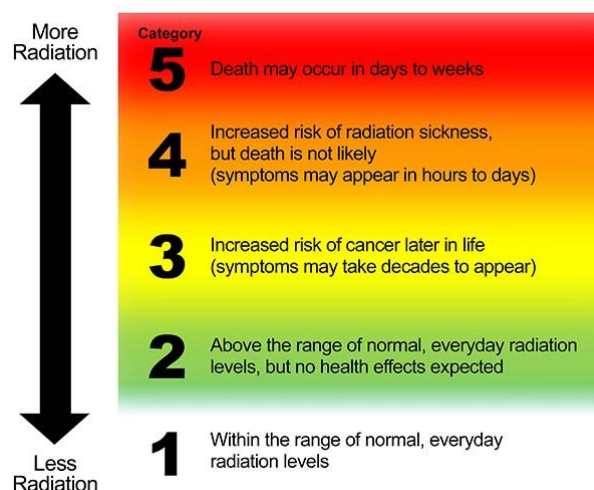


Figure 6. Radiation

The scale is based on symptoms or overall potential impact on people as opposed to other scales such as the INES (International Nuclear Event Scale), which is used to describe the incident itself. Furthermore, the RHS can be applied without complicating it with specific measurements or units and without a separation line between categories. [3]

Conclusion

The awareness of radiation in our surroundings is important. Radiation should not be underestimated, and safety measures should be taken seriously. While it is true that radiation can cause great delayed damage in high doses, it shouldn't be irrationally avoided. People are quick to associate a topic with its negative aspects, but it is a useful medical tool to diagnose and treat aggressive and lethal diseases, which outweighs any risk of possible radiation complications [4]. In order to maintain a safe environment, warning signs need to be visible, contamination surveys must be conducted and device tests for all radiation-producing equipment have to be performed. At the same time medical personnel or people who work in environments with radiation must be properly educated and trained. They should be aware of and limit their exposure to radiation. The usage of protective clothing and shields must be enforced by policy makers [5].

References:

1. <https://www.osha.gov/non-ionizing-radiation>
2. <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/radiation-sickness/symptoms-causes/syc-20377058>
3. <https://www.cdc.gov/nceh/radiation/emergencies/radiationhazardscale.htm>
4. https://www.radiologyinfo.org/en/info.cfm?pg=safety-hiw_02
5. <https://safetyculture.com/topics/radiation-safety/>

Адрес за кореспонденция: Alexander Schmooch Ibanez, Student of Medicine, Medical University Varna, Bulgaria

ПРИПЯТ – ГРАДЪТ-ПРИЗРАК, 34 ГОДИНИ СЛЕД КОШМАРА „ЧЕРНОБИЛ“

Деница Божанова

PRIPYAT – THE GHOST CITY, 34 YEARS AFTER THE CHERNOBYL NIGHTMARE

Denitsa Bozhanova

Abstract: April 26, 2020 marked the 34th anniversary of the Chernobyl accident - a nuclear catastrophe, the consequences of which still worry society worldwide. To this day, the Chernobyl tragedy is considered the worst accident in the history of nuclear energy, next to the 2011 Fukushima accident. The consequences of this accident and what it left for generations are considered.

Key words: accident, Chernobyl, nuclear energy, Pripjat.

Въведение

На 26 април 2020 година се навършиха 34 години от аварията в АЕЦ Чернобил – ядрена катастрофа, чиито последици и до днес тревожат обществото в световен мащаб [12]. И до ден днешен Чернобилската трагедия е считана за най-тежкия инцидент в историята на ядрената енергетика, редом до аварията от Фукушима от 2011-та година.

Преди 34 години четвъртият реактор в атомната електроцентрала в Чернобил завинаги променя облика на ядрената енергия [13]. В същото време, само на три километра, се издига възплъщението на съветската утопия - град Припят [1]. Населяван от близо 50 000 души към 1986 година, градът е създаден с цел да обслужва нуждите на Чернобил и най-вече да демонстрира най-добрата съветска градска архитектура и планиране. Той се превръща в символ на най-напредналите градове в тогавашния период на Съветския съюз [11]. Във фаталната нощ, на 26 април 1986 година, завинаги се слага край на съветската епоха.

Вече повече от три десетилетия АЕЦ Чернобил е използвана като нарицателно за потенциалните опасности за ядрената енергетика [3], а Припят е град-призрак – мрачен, тъжен, изоставен.

Припят преди експлозията

Градът носи името на река Припят, на чиито брегове е разположен. Построен е в началото на 70-те години на миналия век, с цел в него да живеят първоначално работниците, които изграждат атомната електроцентрала. По-късно, след като тя влиза в действие, в Припят се заселват инженери, учени и работници, които с радост се преместват в новия и лъскав град, заедно със своите семейства. Той е типичен, планиран град, построен от сглобяеми жилищни блокове, който скоро се превръща в културен център и център на съветското идеологическо обучение.

За времето, в което се развива, Припят е сравнително модерен град, който притежава училища, детски градини, спортни центрове, кина, болници и различни магазини – всичко, от което се нуждае един град, за да е удобен за своите жители [8]. По онова време, съветските служители в атомните електроцентрали били далеч по-привилегировани от останалите граждани и притежавали по-висок жизнен стандарт.



Фиг. 1. Жилищни блокове с банери на Партията и Ленин

През 1979 година, Припят е обявен за град, с население малко под 50 000 души. Жителите му се помещават в 150 жилищни блока. През 1978 година в града се заселва Мария Проценко, която заема важен пост – главен архитект на Припят. Проценко остава в история като ръководел на евакуацията на приблизително 50-хилядния град след катастрофалния инцидент. Тя се заема с планирането на самия процес, като сама пресмята необходимия брой автобуси, които да евакуират населението на града. За да контролира превозните средства, тя отива на входа на града, от където с планове и карти в ръце управлява движението на евакуационните автобуси.



Фиг. 2. Мария Проценко (в средата) – главен архитект на Припят, със заместник-кмета Александър Есаулов и политика Юрий Шербак

Нейното желание е да разнообрази съществуващите вече сгради, като преработва интериора на хотели, ресторанти и плувни басейни.



Фиг. 3. Главният булевард в град Припят

В екип с други архитекти подготвят „План за устройство и генерално развитие на Припят до 2005 година“, поради намеренията за построяването на нови енергийни блокове в АЕЦ Чернобил [2].



Фиг. 4. Деца на парада по случай успешната работа на АЕЦ Чернобил

Припят бил изключително красив, добре устроен и оборудван град за своето време, далеч по-развит от останалите населени места тогава. Магазините в него били много по-снабдени от всички останали, където и да е било в Съветския съюз, дори настигали тези в Москва. Болниците и клиниките били напълно оборудвани, а в Двореца на културата в Припят се помещавали театър, спортни зали и басейн с олимпийски размери. В дните около фаталната дата, 26 април 1986 година, населението на града било развълнувано за предстоящото първомайско откриване на увеселителен парк с виенско колело и люлки.



Фиг. 5. Сградата на общинската администрация в Припят

Тишина, липса на викове, смях и сълзи – Припят е ключов урок за нашето поколение. Днес той е един от най-известните градове-призраци,

притежаващ постапокалиптична атмосфера и аура на пътуване във времето. За разлика от други изоставени градове, Припят се характеризира, че всичко се случва изключително бързо и неусетно [6]. И до ден днешен личат следите от живота, който са имали гражданите на Съветския символ – сякаш всички са изчезнали внезапно.

Припят в наши дни

Надеждата на главния архитект на града, Мария Проценко, някога отново да кипи живот в Припят, е зачеркната от биолозите, които тогава работят в Академията на науките. За съжаление, градът е евакуиран цели 36 часа след злополуката, въпреки близкото разстояние, на което се намира от четвърти реактор и АЕЦ Чернобил. С близките часове след аварията хората продължават да извършват обичайните си дейности, но десетки се разболяват. Евакуацията започва едва на следващия ден, около 11 часа. Жителите са принудени незабавно да напуснат своите родни места, да изоставят повечето от своите вещи, дори не получават информацията в нейния пълен обем. Всичко се случва изключително бързо и неусетно [2, 9]. От млад град, със средна възраст на населението 26 години, Припят се превръща в град-призрак само за около 4 часа, тъй като жителите повече не се връщат там.



*Фиг. 6. Евакуиране на населението на град Припят,
27 април 1986 година*

На фиг. 6. е показан процеса по евакуацията на гражданите на Припят с автобуси. За да се извърши по-бързо, на хората е съобщено да приготвят всичко най-важно и, че евакуирането се извършва за период от три дни. В резултат на това и до днес вещите на хората са изоставени в града-призрак.

През 2020 година се навършват 34 години от аварията в Чернобил, която променя хиляди животи и съдби. Местоположението на града и

поставените на по-късен етап метални ограждения го защитават от мащабни опити за разграбване на имущество на населението, изоставено след 27 април 1986 година. Въпреки това са откраднати метални предмети, а по стените на напуснатите обекти са изрисувани графити, най-често изобразяващи деца, част от които придават тягостни емоции.



Фиг. 7. и Фиг. 8. Графити по стените на изоставения град Припят

На горепосочените фиг. 7. и фиг. 8. се наблюдава уличното изкуство, създадено години след аварията в Чернобил. В детските градини на Припят са изрисувани страховити картини.

Един от най-значимите и известни символи за Припят днес е Лунапаркът, който остава неоткрит официално [10]. Има сведения, че в деня на евакуацията, 27 април 1986 година, паркът е работил за кратко, като средство за отвлечане на вниманието на населението, преди да им бъде съобщено за случилото се с четвърти реактор на Чернобил.



Фиг. 9. Виенското колело в Припят [10]

За жителите на града, така дългоочакваното първомайско откриване на парка за забавления, не настъпва.

Празничните декорации остават в града-призрак, а Виенското колело, изобразено на фиг. 9., се е превърнало в символ и обезпокоителна икона на ядрената катастрофа [7].

Под него, и до днес, нивата на радиация са едни от най-високите в целия увеселителен парк. То и останалите развлекателни уреди, предназначени за малки и големи граждани на Припят, са подложени на изпитанието на времето, забравени. Изглеждат изоставени в момент на употреба, а най-вероятно наистина е било така.

Барове, кафенета и ресторанти отдавна не обслужват населението на почти 50-хилядния град. Вместо това днес те са икона на призрачност, пустош и тъга.

Спомените за живота в града, някога дом на хиляди души, избледняват все повече и повече, а природата бавно се съживява от огромната техногенна катастрофа, на която е била подложена.

От някогашните плувни басейни, кина, театри, магазини, конкурентни дори на тези в Москва, днес има само останки.

Едновременноният главен площад и старият културен център, които са помещавали стотици хора, сега не представляват нищо повече от остарели се сгради, с прогнили шкафове, а времето и грабежите определено са оказали своето влияние [4]. Всичко изглежда повредено, разрушено, приличащо на следвоенна зона.

Театърът е отдавна забравен, пуст, но старите стенописи напомнят за блаженството от щастливите съветски дни, в типичния социалистически начин.



Фиг. 10. Ресторант в Припят днес

В културния център се намира и спорната зала, достатъчно голяма и предимно конструирана за хандбал.

Училищата и детските градини са едни от най-тъжните места след трагедията на 26 април 1986 година, когато се случва аварията в АЕЦ Чернобил.



Фиг. 11. и Фиг. 12. Противогози, поставени върху кукли в училищата на Припят днес

В интернет мрежата циркулират снимки на под покрит с противогози и кукли, върху които са поставени защитните средства. Това, обаче, е резултат от намесата на посетители на Припят след аварията и далеч не са автентични. Подовете на училищата са покрити със стари учебници, а кабинетите по „Музика“ съхраняват стари пиана и други музикални инструменти, чиито клавиши са разграбени.

Друго много известно място в Припят е плувният басейн с олимпийски размери – една изключително впечатляваща конструкция за времето си.

Като стари съветски реликви са и кафенетата, най-вече онова около езерото, върху което личат останки от красиви цветни стъклени прозорци. Има и стари машини за вода, под които все още стоят чашите на припятските граждани.

В Припят се откриват и невероятни, но смразяващи гледки като тази на крайбрежната алея, от където се виждат и пристанищни кранове, полупотопени лодки за разходка и др. – красота в разпад.

Биоразнообразие в Припят

Инцидентът оказва сериозно влияние върху човешката популация, макар че все още няма официално изнесени статистически данни. Не помалки са негативните последици върху околната среда – загиват борови дървета, листата им стават червени, малко животни оцеляват поради високите нива на радиация. След катастрофалната експлозия на четвърти реактор на Чернобил се смята, че районът ще се превърне в пустиня завинаги, предвид времето, необходимо на някои радиоактивни съединения да се разложат и изчезнат в околната среда. Днес, 34 години по-късно, зоната около Припят е обитавана от кафяви мечки, бизони,

рисове, коне, вълци и над 200 вида птици, наред с други животни. Проучванията на изследователи от цял свят доказват, че днес районът е дом на голямо биологично разнообразие от стабилни и жизнеспособни популации. Британският институт за екология и хидрология работи няколко години по проект TREE (Transfer Exposure Effects), с ръководител Ник Бересфорд. Той се заключава с поставяне на камери, които да засичат движението на животинските видове, което да подпомогне за изследването им в продължение на няколко години. Резултатите от камерите констатира високо разнообразие във фауната, на всички нива на радиацията.

Проучванията откриват и наличие на някои биологични изменения у насекомите и птиците, които поради радиацията живеят по-кратко, а при птиците се наблюдават следи от албинизъм. Въпреки това, биологичните видове се размножават добре.

Едни от най-важните изводи, които могат да бъдат направени са следните:

1. Дивата природа е много по-устойчива на радиацията, отколкото е било предполагаемо в началото;
2. Някои организми притежават адаптивна реакция, което им позволява да живеят в зоната на авария без да имат вреда;
3. Отсъствието на хора в зоната благоприятства много биологични видове – най-вече едрите бозайници.

Заключение

Аварията в АЕЦ Чернобил от фаталната дата 26 април 1986 година завинаги остава в историята като една от най-големите радиационни трагедии, които са се случвали в световен мащаб. След като почти 50-хилядният град, Припят, е евакуиран, е построен друг град, Славюч, който е създаден, за да послужи за убежище на гражданите на Припят, след най-мащабната авария в Съветския съюз.

Днес, градът-призрак, е туристическо място, което хора от цял свят посещават, с условие да се движат само и единствено по асфалтовите пътеки, защото ходенето по растителност и мъх е изключително рисковано, поради нивата на радиация, която се съдържа в тях. На туристите не е разрешено да влизат във всяка една сграда, тъй като на места радиацията и до днес е запазила изключително високи нива, а освен това, времето е оказало своето влияние и повечето сгради вече са структурно нестабилни. Въпреки 34-те отминали години от аварията, Чернобил и околностите остават едно от най-силно радиологично замърсените места на земята. Интересен факт е, че всякакви отпадъци, останали след жителите на „мъртвия“ град не са смятани за боклук, а за исторически артефакти, които не се изхвърлят.

В наши дни, Припят е своеобразен музей-паметник на последните години на Съветската епоха. Той и околните райони няма да могат да бъдат постоянно обитавани от хора в продължение на още няколко века, а за разпадането на едни от най-опасните радиоактивни елементи са нужни поне 900 години.

Припят ще носи завинаги спомена за младостта на работническия град, останал пуст след една от най-сериозните аварии в атомна електроцентрала някога и ще служи за урок на бъдещите поколения.

Източници

1. Хигинботам, А. Полунощ в Чернобил. Изток-запад, 2020
2. Plokyh, S. *Chernobyl – history of a tragedy*. Allen Line, 2018
3. Owing, L. *Pripyat: The Chernobyl ghost town*. Torque, 2017
4. <https://www.youtube.com/watch?v=Y0aPu65werI> - линкът е използван към 05.11.2020 година
5. <https://www.youtube.com/watch?v=E-h15wX14po> - линкът е използван към 05.11.2020 година
6. <https://www.youtube.com/watch?v=7arcAeNY7CE> - линкът е използван към 05.11.2020 година
7. <https://www.urbex.nl/pripyat/> Припят – снимки от изоставения град
8. <https://www.nationalgeographic.com/culture/topics/reference/chernobyl-disaster/>
9. <https://www.chernobyl.one/pripyat-retail/>
10. <https://www.atlasobscura.com/places/pripyat-amusement-park>
Увеселителен парк в Припят
11. Долчинков Н., Експлоатация на атомните съоръжения в Украйна при усложнената обстановка в страната и заплахата за България от това, Годишна университетска конференция на НБУ „В. Левски”- гр. В. Търново – юли 2015 г. ISBN 1314-1937, т. 10, стр. 203-212;
12. Долчинков Н., М. Хвостова, Б. Караиванова-Долчинкова, Действия при извънредни ситуации от техногенен характер с отделяне на радиоактивни вещества. Научна конференция „Радиационната безопасност в съвременния свят“ НБУ „В. Левски”- гр. В. Търново – 16 ноември 2018 г ISBN 978-954-753-258-8, стр. 48-57;
13. Долчинков Н., М. Хвостова, Б. Караиванова-Долчинкова, Действия при извънредни ситуации от техногенен характер. Международна научна конференция „Актуални проблеми на сигурността“, НБУ, ВТ., 2018. стр. 577-585

Адрес за кореспонденция

Деница Ангелова Божанова

студент в НБУ „Васил Левски“, гр. Велико Търново

тел: 0887 443 651, e-mail: denica_a_b@abv.bg

SPACE EXPLORATION TECHNOLOGIES CORPORATION (SPACEX)- КОСМИЧЕСКИ ТЕХНОЛОГИИ НА БЪДЕЩЕТО

Мадлен Пенева

SPACE EXPLORATION TECHNOLOGIES CORPORATION (SPACEX)- SPACE TECHNOLOGIES OF THE FUTURE

Madlen Peneva

Abstract: Throughout the ages human civilization have always looked up in the Stars and wondered what's out there. Over the centuries we have learned a great deal about space but have had very little advancement in the ways of exploring it. As time progressed the power and capabilities of technology increased but space travel was largely left behind. By the end of the 20th century and into the 21st century space travel was still complicated, expensive and worst of all run totally by government. There's just too much red tape waiting to snag the fresh ideas of scientists and physicists leading to a pre style industry. Until now that it is. One man who chooses to dream big has started to change all of this. That one man is Elon Musk and his big dream is SpaceX.

Keywords: Earth, Space, International Space Station, Mars, technology, future, satellite, spaceship

SpaceX or Space Exploration Technologies Corporation was founded in 2002 by Elon Musk the CEO of Tesla Motors and the co-founder of PayPal. SpaceX's main goal is to create technologies to reduce space transportation costs and enable the colonization of Mars. Elon's initial vision was to create inexpensive reusable rockets that could have travel characteristics similar to current commercial airlines. That is you can send a ship out to space with cargo passengers or any payload re-enter and land back on Earth and be ready for the next flight within hours.

In the early 2000's Elon approached members of Russia's space program three times to gain access to a refurb Russian rocket in order to start his practical space dream. Unfortunately for Elon the deal ended up falling through but after this he realized something [1]. He didn't need the Russians or anyone else because rocket technology had more less stayed the same since the 1960's. So for any real progress to be made there needed to be a whole new way of doing

things, a better way. Not many people believed in private space travel so Elon was going to have to do most of this by himself and all from his pocket. That's why he had to come with low-cost ways to produce engines the primary structured electronics to launch operation as well as run the company with very little overhead. In the end, he managed to reduce the cost of building rocket greatly by streamlining the process into an economically viable territory. Think of it much like Henry Ford made the automobile cheap to manufacture.

About 80% of all parts from any SpaceX rocket are made in-house by SpaceX themselves. But the real question is – “What's the big deal?”. Firstly Elon's methods drastically cheaper. Traditionally for NASA to launch anything into Space just once can cost anywhere from 100 to 260 million dollars. For the SpaceX program, a Falcon9 rocket would cost about 57 million dollars to make, but it is reusable and burns about 200 thousand dollars worth of fuel per launch. So pretty much after paying for the rocket, which is half the price of just a regular launch anyway you'll be spending a few hundred thousand instead of about 200 million per launch. This is a quantum leap in cost savings. This is one of the reasons why there's so much excitement around SpaceX.

In 2008 SpaceX became the first privately funded liquid- propellant rocket to reach orbit. In 2010 they were the first privately funded company to successfully launch orbit and recover a spacecraft and in 2012 – the first private company to send a spacecraft to the International Space Station (ISS). In 2013 SpaceX delivered a satellite marking the company's first delivery beyond Earth orbit. On December 21st 2015 SpaceX successfully returned the first- stage booster back to the ground. The very first such accomplishment by an orbit-capable rocket. The main purpose of this mission was to put 11 satellites in orbit for SpaceX's customer ORBCOMM. The completion of this mission marks the first major advancement in space technology in over 30 years. A true milestone event proving the endless possibilities of entrepreneurship. This achievement wasn't without failure though. The previous launch attempt failed due to a faulty steel strut. But with all of that being said, the biggest deal and the most amazing thing about SpaceX is actually how Elon Musk approached the challenges that came his way [2, 5].

Ever since 2019, SpaceX has been launching batches of about 60 Starlink satellites at a time. Enough are now in orbit to start its plan to connect nearly every inch of the world. A Native American tribe that lives in a remote part of Washington State was one of the first to try out the new internet. Before the Hoh Tribe got Starlink as part of a private beta test their internet wasn't great. They've had to deal with astonishing rates of 0.3 to 0.7 megabits per second (Mbps), which can't even stream a YouTube video in standard 480p which requires at least a megabit a second. The global average for broadband connection is 84 megabits per second.

Initial tests of Starlink show it can download greater than a 100Mbps according to SpaceX. Another advantage is supposed to be low latency, which measures delay. For example, the time it takes between clicking on a web page and when the page is displayed. SpaceX says the lag is around 20 milliseconds-good enough to play the fastest games online and on par with ground-based services like fiber-optic broadband. Low latency is achieved because the satellites are much closer to Earth, with most sitting 550 km (340 miles) above the planet's surface whereas many others are at least a 1000 km out. But there are disadvantages to sitting at a lower altitude. The satellites will see less of the planet so a lot more are needed to cover an area.

That's why SpaceX plans to put 12,000 into orbit and possibly as many as 42,000 one day. Considering only 9 thousand satellites have ever been launched in all of history. As of October 24th 2020 SpaceX has launched 895. Questions have been raised about how this will add to debris in space commonly called space junk, defined as any object that no longer has a purpose. SpaceX had to show the Federal Communications Commission (FCC) it has a plan to address the debris issue before getting approval to launch in the United States. The company says satellites that fail or are old will intentionally deorbit with their thrusters and burn up in the atmosphere so they won't become debris. A benefit of flying low is rapid re-entry. Avoiding collisions is another pressing matter. The satellites are equipped with tracking technology from the U.S. military to dodge debris or spacecraft.

Over 700 satellites are now in orbit. Enough to start at public beta tests in the Northern U.S. and in southern Canada. Users will connect to the constellation with a terminal. Apparently, it doesn't require special expertise to install. Musk has confirmed Starlink can work on moving objects like trains and people can potentially use it no matter where they are at sea. SpaceX wants to test it out on its drone ships used to help land the boosters of the Falcon 9 rocket. There is more substantial impact for people who already have good internet [3].



Fig.1 60 Starlink satellites stacked together before deployment on 24 May 2019.

As more of the world comes online, this will change the demographics of the web, the languages that dominate, where the advertising dollars flow, what businesses emerge to cater to new users. 40% of the population doesn't have internet access. If billions of people come online, the World Wide Web will look like a very different place. And it could happen very soon. SpaceX wants to roll out coverage globally by 2021 or 2022. As life-changing as it could be, a global internet is actually a step toward a bigger goal. That goal is building city on Mars. SpaceX is banking on Starlink to eventually bring in 30 billion dollars a year- 10 times more than what it makes launching payloads to the ISS. SpaceX claims hundreds of thousands of people have already expressed interest. If Starlink fulfills its promise of connecting the most remote locations on Earth, if it replaces a poor connection with a good one, if its relatively affordable, then a massive disruption is about to happen.

SpaceX has great ambitions and it plans to achieve them with Starship. It's hard to grasp its size. But the Falcon 1 booster, which was used for SpaceX's first successful launch in 2008 looks tiny beside it. Starship is made of two parts: the spacecraft is stacked on top of a huge rocket booster called the Super Heavy. Together they tower 120 meters high, which is a bit longer than a football field and bigger than other super heavy rockets. Not only will it be big, it can carry up to 100 people and a lot of cargo. Starship is meant to hold a payload of up to 150 metric tons. That requires a lot of power for liftoff.



Fig.2 *The first SpaceX Starship prototype test vehicle, on a launch pad in September 2019.*

Monstrous engines filled with liquid oxygen and liquid methane will boost the rocket into orbit. Six of these Raptor engines will be used in the spacecraft, but most of the power comes from up to 37 Raptor engines in the booster. After lifting Starship into orbit, the booster and the spacecraft will separate. The Super Heavy returns to Earth while Starship goes along its journey. And that journey can be anything from making trips to the ISS, missions to the Moon and of course, landing on Mars.

Starship will be entering Mars' atmosphere at the speed of 17,000 miles per hour (27,000 km/h) or 25 times the speed of sound. It will need to decelerate and perform a specific maneuver in order to land. And it's not just speed that Starship has to worry about, but heat. It'll be coming into the red planet's atmosphere really hot. One of the reasons SpaceX switched the material from carbon fiber to steel was to better withstand higher temperatures. It's also cheaper. But none of SpaceX ambitions would be possible without the one standout feature of Starship. It is a fully reusable rocket. Never has that existed before. The Falcon 9 was the stepping stone as SpaceX frequently re-flew parts of that rocket but the company's plan from the beginning was to build an entirely reusable one. The spacecraft will land in a way that might attract some crowds. It will fall back to earth like a skydiver and belly flop at a 60-degree angle before slowing to the ground, rotating vertically, and then arriving at its landing pad. Because all parts will be reused, the cost of each launch will drop significantly. For example, a NASA space shuttle launch was around 450 million dollars. SpaceX has estimated a Starship launch could be as little as 2 million dollars. At its factory in Boca Chica, in a remote area at the

southeastern trip of Texas, SpaceX plans to churn out one Starship every 72 hours with a goal of having a fleet of about 1,000 in service. But the question is: “How will Starship make money right now?”

It can be used to carry Starlink satellites into orbit as part of SpaceX’s plan to provide internet coverage anywhere around the world. And revenue from Starlink could eventually bring in 30 billion dollars a year. Another use is providing Earth-to-Earth transport. But these are small goals compared to the ultimate purpose of Starship. Elon Musk’s greatest ambition is to build nations in space including a city on Mars with a million inhabitants by 2050, to ensure humanity’s survival in case something happens on Earth. Starship took it’s first big step toward that goal with it’s tiny hop in August- a Starship prototype which leapt 150 meters in the air using a single Raptor engine- setting the stage for Starship’s plan to land on the Moon by 2022 with cargo and then with crew soon after, before ultimately sending people to Mars in 2024. Still there are lots of challenges. A year on Mars is almost twice as long as a year on Earth, lasting 687 days- that’s how long it takes to orbit the Sun because it sits farther away. There are also four seasons but they’ll feel different. Mars is very cold – not only because of the distance from the Sun, but due to the atmosphere being 100 times thinner than Earth’s so it doesn’t retain heat very long [4].

SpaceX wants to take people from place to place on the planet, making most long- distance trips in less than 30 minutes and going anywhere around the world in under an hour. While passengers planes travel up to 575 mph (925 km/h), Starship will go nearly 17 000 mph (27 000 km/h). And instead of flying above the clouds, it’ll fly above the Earth. If it were making a trip to Mars, there would have to be cabins and common areas because it would take months to get there and that would limit the number of passengers to 100, whereas Earth-to-Earth travel allows Starship to hold 1000 passengers. The site of the rocket launch will be on a floating platform called a Spaceport. Since Starship is reusable, the price of a ticket will be drastically reduced. The Starship would fly with an additional two to four engines. Due to the impact on residents, the Spaceport will be located 20 miles (32 km) offshore, which means getting there could take more time than the actual flight. Musk has suggested a Hyperloop transit system travelling hundreds of miles per hour could ferry people to the Spaceport really quickly. The first passenger testing of the Hyperloop was made on November 8th 2020 by Virgin Company.

On May 30th 2020, NASA astronauts Douglas Hurley and Robert Behnken were strapped into a SpaceX Dragon capsule atop a Falcon 9 rocket. With their successful launch to orbit, one day later they docked with the ISS. But this was not just any routine mission, it was the first launch of astronauts by a private company and the return of human spaceflight after the retirement of the Space Shuttle back in 2011. This mission, known as Demo-2, marks the culmination of NASA’s Commercial Crew Program. The central goal of

Commercial Crew is to reduce the cost of sending astronauts to space by commercializing Low Earth orbit. The idea being, that this would free up NASA's resources to focus on missions to deep Space. Back in 2012, a similar initiative, the commercial cargo or Commercial Orbital Transportation Services (COTS) program, saw a commercially built and operated spacecraft. SpaceX's Dragon begin regular resupply missions to the ISS. Building on the success of commercial cargo, in 2014 NASA awarded Commercial Crew contracts to two companies: SpaceX with a 2.6 billion contract, and the other was Boeing. Each company was tasked with building a crew-capable spacecraft, flying two demonstration missions, and beginning astronaut transport services to the ISS. Though the first crewed flights were initially planned for 2017, the Commercial Crew Program is finally reaching fruition. SpaceX developed the Dragon 2, called Crew Dragon in its astronaut configuration, which saw its first flight to the ISS, the unscrewed Demo-1 mission, in March 2019. They followed this with a successful in-flight abort test in January 2020, where a Dragon demonstrated its ability to escape from a malfunctioning Falcon 9 and return safely to Earth. On August 2nd 2020 was the launch of the crewed Demo-2 mission. With the completion of Demo-2, SpaceX became fully certified to regularly fly astronauts for NASA. There is no other development project comparable to what SpaceX is doing in South Texas.

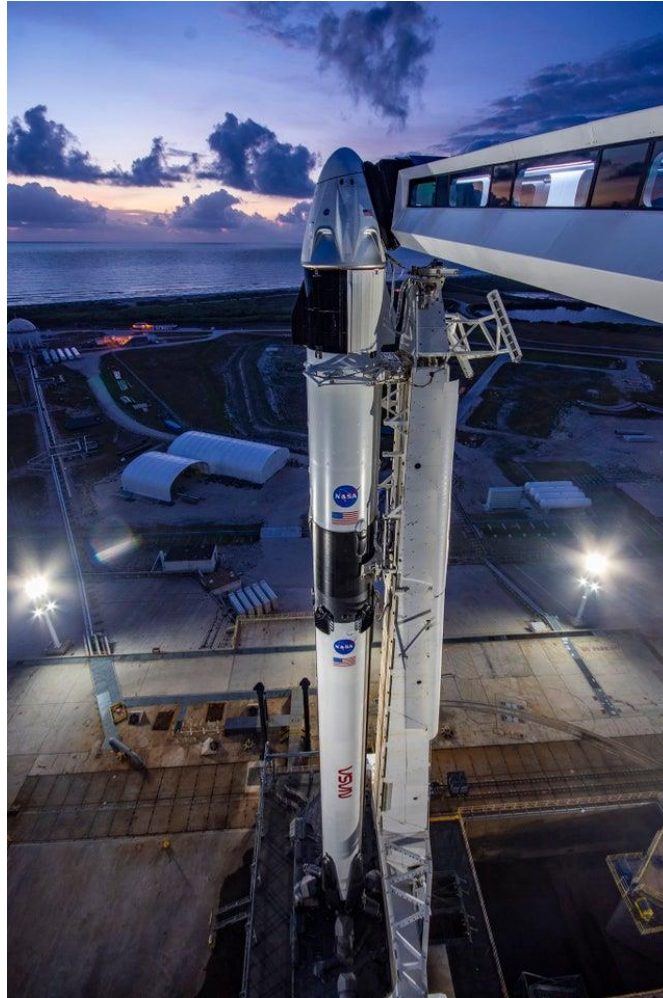


Fig.3 SpaceX Demo-2 Falcon 9 and Crew Dragon stand ready at historic Kennedy Space Center Pad39A.

On November 15th 2020, SpaceX and NASA launched Crew-1, the first operational Crew Dragon flight from Kennedy Space Center's Pad39A. Due to onshore winds and recovery operations the launch got shifted by one day from November 14th. On November 15th though all lights were green and SpaceX and NASA decided to go for a launch. Picked for this first operational Crew Dragon flight were: Victor Glover, NASA Astronaut, NAVY commander and pilot on this flight; Doctor Shannon Walker, NASA Astronaut and mission specialist; JAXA Astronaut Soichi Noguchi from Japan and also mission specialist; and Mike Hopkins, United States Space Force and NASA Astronaut, the commander of this mission to the ISS. There was a slight delay right before launch due to a leak test for the hatch not giving back the expected results. An undisclosed foreign object was found in the doors seal and got removed. After this, the hatch sealed fine and everything continued towards launch.

At T -45 seconds the final go for launch was given and the exact moment of the instantaneous launch window the Falcon 9 lit up and launched from

historic Pad39A. Falcon 9 is becoming a more and more reliable vehicle with every nominal launch and booster B1061 did an absolutely perfect job. At T +2 minutes and 42 seconds the booster shut down and stage separation occurred. The second stage with its Merlin vacuum engine took over with a nominal ignition and continued the journey with Crew Dragon Resilience on top. At T +8 minutes and 58 seconds M-Vac shut down was confirmed and orbit insertion was complete at 27, 000 km/h and an altitude of almost 200 kilometers. Shortly followed by a booster touch down on the drone ship in the Atlantic Ocean. At 12 minutes and 8seconds, Crew Dragon separation occurred and the vehicle was free from the second stage and on its approach towards the ISS. The second stage was deorbited shortly after this and burns up completely on reentry. At around 11 p.m. eastern time on November 16th or around 27 hours after lift-off the Crew Dragon then docked with the ISS without any problems. According to the sources, this mission requires at least six months of time duration. As per that, Crew-1 astronauts will spend six months in the orbiting laboratory to perform scientific experiments in a micro-g environment, eventually returning to Earth in the Crew Dragon in spring 2021. It's a long- term trip that future crews of four will do every six months or so on the Crew Dragon, helping to keep the ISS staffed continuously for NASA.



Fig.4 An illustration of SpaceX's Crew Dragon vehicle docking with the International Space Station.

But what are the real implications for SpaceX? First of all, Crew Dragon is fully certified by NASA and has now entered a long- term contract to ferry Astronauts to and from the ISS. This is a very lucrative job for SpaceX and right

now they are still the only company to be able to provide this kind of service to NASA. Further more, SpaceX has almost secretly achieved another very important milestone. Crew Dragon is fully Federal Aviation Administration (FAA) certified. Comparable to an Airliner, Crew Dragon is now officially allowed to fly fully private missions. SpaceX wants to provide Crew Dragon flights not only to Nasa Astronauts. Next year for example, if everything goes as planned, the actor Tom Cruise will fly to the ISS to record scenes for a movie. Crew Dragon's design and the available space inside make it a 21st century spacecraft. The first of its kind. Its implications for SpaceX are broad and the changes it's already bringing to the world are profound. Never before was it so cheap to get an Astronaut to the ISS. Safe, affordable and reliable.

Its almost unbelievable that one man and his company could have so much influence on the future of this planet. Elon Musk really is shaping the way the world will operate in the years to come. Being elbow deep in a number of key industries, he is pushing the envelope in the technologies that have the biggest impact on our lives. The companies under his umbrella are changing the way we access power, communicate and travel from A to B. Which in turn will drastically change how we live entirely. All this technologies can enhance society and transition humanity into an advanced species. In the 2010's, SpaceX was at the forefront of a new way of accessing space that reverberated beyond government contracts and investment portfolios. One visionary company inspired a global change, an achievement that deserves naming an entire decade after it. Nobody can predict where humanity's space ambitions go from here, but thanks to SpaceX, the stage is set for dramatic change.

Bibliography

1. Vance, A. Elon Musk: Tesla, SpaceX, and the Quest for a Fantastic Future, Harper Collins Publishing, 2015;
2. Zubrin, B. The Case for Space: How the Revolution in Spaceflight Opens Up a Future of Limitless Possibility, Simon and Schuster, 2019;
3. Pyle, R. Space 2.0: How Private Spaceflight, a Resurgent NASA, and International Partners Are Creating a New Space Age, Benbella Books, 2019;
4. Seedhouse, E. Space Making Commercial Spaceflight a Reality, Praxis Publishing, 2013;
5. Dolchinkov N., N. Nichev, Characteristics of radiation, Revista academiei fortelor terestre „Nicolae Bălcescu”, Sibiu, Rumania, no.2(82)/2016, ISSN 2247-840X ISSN-L = 1582-6384 стр. 184-189.

Адрес за кореспонденция:

Ст. серж. курсант Мадлен Николаева Пенева: НВУ „Васил Левски“, Велико Търново, България; E-mail: merianp98@gmail.com

АНАЛИЗ НА СПЕЦИФИЧНИТЕ ВЛИЯНИЯ НА УЧЕБНИЯ ПРОЦЕС В НВУ „ВАСИЛ ЛЕВСКИ” ВЪРХУ ОКОЛНАТА СРЕДА В РАЙОНА НА ОБЩИНА ВЕЛИКО ТЪРНОВО

Борислав Димитров

ANALYSIS OF THE SPECIFIC INFLUENCES OF THE LEARNING PROCESS IN NATIONAL MILITARY UNIVERSITY VASIL LEVSKI ON THE ENVIRONMENT IN THE AREA OF VELIKO TARNOVO MUNICIPALITY

Borislav Dimitrov

Abstract: *The overall activity on ecological protection and protection of the environment in the National Military University Vasil Levski is focused mainly on three areas – preventive activity, observance of admissible norms for pollution and introduction of the environment from the current activity and preservation and restoration of the same.*

Key words: *environment, military activity, ecological protection, radionuclide*

През последните десетилетия глобалните и регионални екологични проблеми са неотменна част от съществуването на човешката цивилизация. Значимостта на сегашните и бъдещите им последици са причина те да бъдат включени в полето на изследователските търсения в почти всички области на научното познание и да им бъде отредено ключово място при формиране на политиките на развитие. В процеса на необратими промени в естествената динамика на природните системи, застрашаващи живота и здравето на хората, се изисква нова екологична политика и нова екологична култура, нов тип мислене, отношение и поведение на човека в средата, в която и от която живее. Реално отражение на тази политика са заложи в редица решения на международни форуми за опазване на околната среда, в директивите и регламентите на световните организации, а така също и в законодателството на Република България в тази област.

Българската армия е неотделима част от обществения, социалния и икономически живот. За да може да изпълни поставените ѝ задачи тя има нужда да организира и провежда мероприятия и дейности, които много често оказват влияние на околната среда и в положителен и в отрицателен

аспект. НВУ „Васил Левски” – град Велико Търново е важен център за обучение на военнослужещите от армията [7]. Със своята военна дейност университета неминуемо оказва влияние върху околната среда – води се усилен учебен процес в полеви условия; тренировките и ученията се провеждат на полигони, разположени в райони в землищата на околните населени пунктове; поддържането на техниката е свързано с редица вредни влияния на околните жилищни и горски терени; жизнената дейност в пунктовете за постоянна дислокация е свързана с осигуряването и разходването на много природни и енергийни ресурси и т. н.

За справянето със специфичните влияния на провеждания учебен процес в НВУ „Васил Левски” върху околната среда в района на град Велико Търново цялостната дейност по екологическата защита и опазването на околната среда в университета е насочена основно в три области – превантивна дейност, спазване на допустимите норми на замърсяване и увреждане на околната среда от текущата дейност и съхранение и възстановяване на същата.

1. Особенности за района. Културно-исторически обекти. Растителен и животински свят – защитени видове. Наличие на предприятия. Натура 2000. Състояние на екологичната ситуация в района на град Велико Търново.

1.1. География – местоположение, релеф, история.

Велико Търново е град, намиращ се в Северна България, център на едноименната област, както и на Северен централен регион. Градът е столица на Втората българска държава и на Княжество България в периода 1878 – 1879 г. През Средновековието носи името Търновград, като постепенно става известен с наименованието Търново. На 27 юли 1965 г. пред него е добавено „Велико” в чест на предишната слава на града. Благодарение на богатото си културно-историческо наследство Велико Търново е важен туристически център [13].

Градът е с население 68 859 души към 31.12.2018 г. и е един от четирите града в България с положителен естествен прираст от 2006 до 2014 г. Разположен на площ от 20,4 км², а неговото землище на площ от 30,379 км².

Релефът на община Велико Търново е разнообразен – равнинно-хълмист и планински. Велико Търново е разположен на 208 m средна надморска височина по склоновете на красивите проломи и меандри на р. Янтра. Градът е естествено защитен от реката и скалните венци, които го ограждат. Хълмовете, върху които са разположени населените райони, имат варовиков състав с прослойка от пясък, глина и сив мергел, натрупани като утайка от кредното море, което преди милиони години е заливало нашите земи.

Велико Търново има повече от 6000-летна история, като първите свидетелства за живот са от 4000 г. пр. Хр. и са намерени в местността Качица. На хълма Трапезица и в подножието му са открити останки от тракийски и други древни племена.

Търновград става значителен град по време на Първата българска държава. Възможно е поради важността си градът да е бил резиденция на владетели от Първата българска държава. Кръглите кули и масивните крепостни стени около манастирския комплекс „Великата Лавра”, строен през XI – XII век, свидетелстват, че градът е бил важен център.

През 1185 г. братята Иван-Асен и Теодор-Петър обявяват в църквата „Св. Димитър” края на византийското господство, продължило 167 години, и провъзгласяват Търново за столица на новото българско царство. Средновековният град се разраства бързо и се развива като най-непревземаната българска крепост през 12 – 14 век. Превръща се в най-значимия политически, икономически, културен и религиозен център на България. Като столица, по време на Второто българско царство (1187 – 1393), той е разположен на 4 хълма: Царевец, Трапезица, Света гора и Девинград (Момина крепост). Според съвременници през Средновековието Търново е бил новият Йерусалим, Рим и Константинопол, и то взети заедно.

Хълмът Царевец е заобиколен от три страни от река Янтра. По време на Втората българска държава е обитаван от царския двор, болярите и патриарха. Опасан е от крепостна стена, построена върху естествени отвесни скали. Крепостта имала три входа. Главният вход почвал с подвижен мост над пресечената скала и имал три последователни врати, вторият (Малката порта) свързвал Царевец с Асенова махала, а третият – с Момина крепост (Френкхисар). В средата на Царевец се издигал дворецът, който се състоял от тържествена зала, църквата „Света Петка”, жилищни и стопански сгради, водохранилища и помещения за стражата. Защитен бил с яки каменни стени и бойни кули.

1.2. Околна среда – води, почви, флора и фауна.

Най-голямата водна артерия в региона е река Янтра с притоците си Росица, Стара река, Джулюнска, Голяма река, Веселина, Видима, Белица, Дряновска, Негованка и др. Водосборният басейн на реката е 7862 км². Притокът на река Белица навлиза на 1 км в града.

Основен питеен източник е хидровъзел „Йовковци”, снабдяващ с питейна вода повече от 25 населени места. На територията на общината има 18 микроязовира. Характерни за региона са карстовите изворни пещери. Подземните минерални води се използват за пиене и балнеолечение. Термоминерални води има при село Вонеща вода.

Почвеното разнообразие е голямо, като на север преобладават различните видове черноземи, а на юг – сивите горски почви. Черноземите

са почви с високо и ефективно плодородие. Върху черноземите се отглеждат житни и фуражни култури, зърнени култури, зеленчуци. Сивите горски почви притежават по-малко хумус от черноземите и канелените горски почви, затова е необходимо да бъдат наторявани с органични и фосфорни торове. Регулярното напояване повишава плодородието им. Разпространени са също и рендзините – хумусно-карбонатни почви. Предпоставка за образуването им е наличието на карбонатни почвообразуващи скали. Те са богати на хумус, сухи и силно дренирани почви.

В района на Велико Търново преобладават широколистните гори (88 %): бук, габър, дъб, череша, тополя, липа и др. От иглолистните дървета има ела, шотландски бор и други. В близост до река Янтра и край изворите и блатата виреят зелени водорасли, кремъчни водорасли и други. Срещат се над 25 вида гъби: манатарка, печурка, пачи крак и други.

Територията на района има разнообразие на животински видове – 350 вида птици и 35 вида животни. Най-разпространените бозайници са заек, сърна, елен, лалугер, таралеж и други. От птиците най-често срещани са: врана, лястовица, щъркел, кукувица, бухал, фазан, сокол и други. Има над 180 вида насекоми: мравки, скакалци, бръмбари, пчели, оси, гъсеници, паяци и др. Има също и влечуги: костенурки, смокове, гущери, змии и др. От водните представители се срещат: сом, щука, бяла мряна, жаби, костур и други.

1.3. Промисленост.

Велико Търново е част от Северен Централен район. През 2016-а безработицата е рекордно ниска и достига 4,7 %. Икономиката на града се характеризира с многоотрасловост и наличие на традиционни производства. Градът има традиции в производството на храни, текстилни продукти и електромеханични устройства. Икономиката е структурирана в следните сектори: „Търговия и ремонтни дейности” с дял 38,03 %, „Преработваща промишленост” с 33,05 % и „Транспорт, съобщения и електро- и газоразпределение”. Стопанисваните земи в областта са 2 997 084 дка, от които 2,6 млн. дка представляват обработваеми площи, а това съставлява 5,5 % от обработваемата земя на страната.

1.4. Натура 2000.

Натура 2000 е общоевропейска мрежа, съставена от защитени зони, целяща да осигури дългосрочното оцеляване на най-ценните и застрашени видове и местообитания за Европа в съответствие с основните международни договорености в областта на опазването на околната среда и биологичното разнообразие.

В района на област Велико Търново са разположени следните обекти, включени в Натура 2000 [6]:

„Беленска гора” (НАТУРА 2000, код 0000231, области Велико Търново и Русе) – намира се в землищата на с. Стрелец, община Горна Оряховица, област Велико Търново, с. Каранци и с. Орловец, община Полскиш Тръмбеш, област Велико Търново; с. Виноград, община Стражица, област Велико Търново; с. Бистренци, с. Дряновец, с. Полско Косово и гр. Бяла, община Бяла, област Русе, с обща площ 7312,21 ха.

В нея се опазват: Алувиални гори с *Alnus glutinosa* и *Fraxinus excelsior* (*Alno-Pandion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*), Панонски гори с *Quercus petraea* и *Carpinus betulus*, Панонски гори с *Quercus pubescens*, Балкано-панонски церово-горунови гори, Мизийски гори от сребролистна липа, както и животинските видове: Червеногърба сврачка, Белоопашат мишелов, Сирийски пъстър кълвач.

„Студена река” (НАТУРА 2000, код 0000233, Области Русе и Велико Търново) – попада в землищата на с. Горна Липница, с. Долна Липница, с. Караисен и с. Батак, община Павликени, област Велико Търново; с. Вързулица и с. Павел, община Полски Тръмбеш, област Велико Търново; с. Алеково, с. Александрово, с. Вардим, с. Горна Студена, с. Хаджидимитрово и гр. Свищов, община Свищов, област Велико Търново; с. Караманово и с. Новград, община Ценово, област Русе, с обща площ 5299,36 ха.

Опазват се следните растителни местообитания: Континентални солени ливади, Панонски солени степи и солени блата, Западнопонтиски божурови степи, Субпанонски степни тревни съобщества, а също: Синявица, Белоока потапница, Тръстиков блатар, Черен щъркел, Орел змияр, Белобуза рибарка, Черночела сврачка и др.

„Река Янтра” (НАТУРА 2000, код 0000610, области Русе, Велико Търново и Габрово) – намира се в землищата на селата Ветринци, с. Леденик, с. Пушево, с. Самоводене, с. Шемшево и гр. Велико Търново, община Велико Търново, област Велико Търново; с. Върбица, с. Горски Тръмбеш, с. Драганово, с. Крушето, с. Писарево, с. Поликраище, с. Първомайци, с. Янтра, гр. Долна Оряховица и гр. Горна Оряховица, община Горна Оряховица, област Велико Търново; с. Козаревец и гр. Лясковец, община Лясковец, област Велико Търново; с. Каранци, с. Куцина, с. Петко Каравелово, с. Раданово и гр. Полски Тръмбеш, община Полски Тръмбеш, област Велико Търново; с. Вардим, община Свищов, област Велико Търново; с. Бреговица, община Стражица, област Велико Търново; Гръблевци, с. Мичковци, с. Палаузово, с. Смирненски, с. Топлеш и гр. Габрово, община Габрово, област Габрово; с. Гостилница, с. Каломен, с. Скалско, с. Славейково, с. Чуково и с. Янтра, община Дряново, област Габрово; с. Брестовица, община Борово, област Русе; с. Белцов, с. Беляново, с. Джулюница, с. Долна Студена, с. Кривина, с. Новград и с. Ценово, община Ценово, област Русе; с. Ботров, с. Пейчиново, с. Полско

Косово, с. Стърмен и гр. Бяла, община Бяла, област Русе, с обща площ 13900,41 ха.

Защитената зона е обявена с цел: Опазване на следните местообитания: Естествени еутрофни езера с растителност от типа Magnopotamion или Hydrocharition, Равнинни или планински реки с растителност от Ranunculion fluitantis и Callitriche-Batrachion, Реки с кални брегове с Chenopodion rubri и Bidentation p.p., Субпанонски степни тревни съобщества, Панонски льосови степни тревни съобщества, Хидрофилни съобщества от високи треви в равнините и в планинския до алпийския пояс, Панонски солени степи и солени блата, Мизийски гори от сребролистна липа склонове, Хазмофитна растителност по варовикови скални excelsior (Alno-Pandion, Alnion incanae, Salicion albae), Балкано-панонски церово-горунови гори, Алувиални гори с Alnus glutinosa и Fraxinus, както и видовете Нощна чапла, Ястребогушо коприварче, Черна каня, Черночела сврачка, Скален орел и др.

1.5. Екологична ситуация.

Стопанската дейност е довела до сериозни нарушения на природната среда – обезлесяване в землищата на кварталите Пишмана, Триъгълника и Акация; развитие на ерозионни и свличащи процеси (в района на кв. „Чолаковци” и по поречието на река Янтра по улица „Гурко”); замърсяване на въздуха (в районите на „Чолаковци” и Западна промишлена зона). Нарушена е природната среда в районите за добив на строителни материали по поречието на река Янтра в Северната промишлена зона в посока на главния път към Русе. Участъци от по-големите реки (Янтра, Белица и Росица) след промишлени центрове в близост до поречията са силно замърсени. Влошено е и качеството на въздуха около тях. Около 600 дка от прилежащите землища на града са замърсени с отпадъци и тежки метали. Местата за депониране на опасни материали са на границите си на приемане на нови количества [10]. Провеждат се планови мероприятия за решаване на екологичните проблеми в общината, но финансовите ресурси са крайно недостатъчни.

2. Национален военен университет „Васил Левски” – специфика, въздействие върху околната среда, учения, складове за ГСМ и т. н.

Военно формирование 52400 – НВУ „Васил Левски” е дислоцирано в населен пункт Велико Търново ВР 2213. В близост до района на НВУ няма промишлени обекти, които биха оказали влияние върху околната среда. Районът е извън регулацията на населеното място [3].

Районът разполага със следния сграден фонд:

- битови корпуси – 5 бр. ;
- санитарен възел – 2бр.;
- вишки – 2 бр.;
- дом на културата – 1 бр.;

- учебни корпуси – 5 бр. ;
- спортен комплекс – 1 бр.;
- лечебница – 1 бр.;
- стрелбищен комплекс – 1 бр.;
- управление – 1 бр.;
- банно-перален комбинат – 1 бр.;
- КПП – 2 бр.;
- сграда за свиждане – 1 бр.;
- трафопост – 8 бр.;
- столова – 5 бр.;
- корпус „Тил” – 1 бр.;
- караулно помещение – 1 бр.;
- зала за практически занятия – 1 бр. ;
- кухня-майка – 1 бр.;
- склад – 2 бр.;
- навеси – 2 бр.

Районът е облагороден. Почвата е съставена от карбонатни и черноземни с носимоспособност $2,5 \div 3 \text{ кг/см}^2$. Не са характерни ерозионни зони и свлачищни райони. Нивото на шума е под допустимото, а източници на нейонизиращи и йонизиращи лъчения в района няма. В района има площадки за временно съхранение на битови отпадъци (съгласно Наредбата за изискванията за третиране и транспортиране на производствени и опасни отпадъци, Приложение № 2 към чл. 12 ДВ бр. 29, 30.03.1999 година).

В района на университета са изградени следните природозащитни съоръжения и инсталации:

- източници на водоснабдяване – ползва се градската водоснабдителна мрежа с наличната експлоатационна документация в това число разрешително за ползване на водата и отчитането и с водомер. Отпадъчните води са включени към градската канализация;

- използвани енергоносители – обитаемите постройки в района на НВУ „Васил Левски” са топлофицирани. Електроснабдяването се извършва от „ЕНЕРГО-ПРО Продажби АД” – клон Велико Търново. Има изградени осем броя трафопоста;

- оборудвани са петдесет и пет броя противопожарни хидранта. Сградите са осигурени с необходимите противопожарни средства;

- потенциално опасни за околната среда обекти – няма.

Основната цел на опазването и възстановяването на околната среда в дейността на НВУ „Васил Левски” е максимално да се намали вредното въздействие от цялостната войскова дейност върху нея и защита на личния състав и населението в условия на въздействие на екологически

неблагоприятни антропогенни и природни фактори. Това се постига чрез прилагане на националното и международното екологично законодателство, както и чрез спазване изискванията на стандартизационните документи на НАТО в тази област. Тази цел се реализира чрез:

- постоянен контрол върху състоянието и ползването на компонентите на околната среда и източниците на нейното замърсяване и увреждане;
- спазване на допустимите норми за емисии и за качество на околната среда;
- управление на компонентите и факторите на околната среда;
- неизползване за военни цели на територии със специален статут и режим на защита.

Задачите по опазване и възстановяване на околната среда са насочени към:

- намаляване и предотвратяване на риска за живота и здравето на личния състав и населението;
- вземане на превантивни мерки за недопускане на замърсяване;
- вземане на незабавни и адекватни мерки за отстраняване на вредите, причинени от евентуално замърсяване;
- стриктно изпълнение изискванията на националните и международни нормативни актове в областта на опазването и възстановяването на околната среда;
- недопускане нарушаването на естествените екосистеми и унищожаване на биологичното разнообразие вследствие на войсковата дейност;
- възстановяване и подобряване на качеството на околната среда в замърсените и увредените райони;
- формиране на екологично съзнание у личния състав;
- установяване на взаимодействие на Министерство на отбраната с други министерства, ведомствата, неправителствените и научни организации за решаване на екологични проблеми;
- носене на персонална отговорност от нарушителите на нормативните актове, свързани с опазване и възстановяване на околната среда.

3. Кратък анализ как всички видове военна дейност се отразяват на околната среда. Изследване въздействията на военното формиране върху околната средата и оценка на резултатите от това.

Основни войскове източници, оказващи въздействие върху околната среда:

- казарменият район;
- полевите учебни центрове и полигони;

– базите и складовете – ГСМ, вещи, инженерни, продоволствени, свързочни, ТС-ЯХБЗ;

- горивозарядната станция;
- ремонтната работилница и парковата територия;
- медицинският пункт;
- отоплителните средства, уреди и инсталации;
- строителни и ремонтни дейности;
- кухненските блокове;
- отходните места.

Войсковата дейност оказва своето негативно въздействие върху околната среда. При разполагането, маскировката, оборудването на НП, позиции и укрития е възможно да се увреждат флората и фауната.

Зареждането на техниката с ГСМ, както и работите с други опасни материали и агресивни течности застрашава прилежащите райони и близките водоеми и хидротехнически съоръжения.

По време на тактически занятия и учения се използват имитационни материали (боеприпаси, димки, артилерийски гръмове, артилерийски облачета и др.). Получените отпадъци замърсяват поляните и горите. Извършването на фортификационни работи и използването на взривни материали ще предизвика ерозионни процеси в районите.

При оборудване на полеви столове, кухни и санитарни възли, както и при провеждането на занятие в район за разполагане отпадъците и отпадните води ще замърсят почвата и водоемите.

Използваните питейната вода, водите за битови нужди и отпадъчните води при техническо обслужване на бойната техника при неправилно депониране ще замърсят близките реки и водоеми.

Същият ефект ще се получи при провеждане на дезактивация, дегазация и дезинфекция, а така също и други санитарни мероприятия.

При провеждането на брак на видовете имущества ще се получат отпадъци, замърсяващи района на поделението. При бракуване на видовете имущества, тяхното унищожаване трябва да се провежда разделно, като дървените материали се използват за огрев, а останалите отпадъци се унищожават в специализирани депа за отпадъци.

Цялостната дейност по екологическата защита и опазването на околната среда в НВУ „Васил Левски” е насочена основно в три области – превантивна дейност, спазване на допустимите норми на замърсяване и увреждане на околната среда от текущата дейност и съхранение и възстановяване на същата [1].

Със заповед на началника на НВУ „Васил Левски” се назначава постоянно действаща комисия по екологическа защита и опазване на околната среда. Утвърждава се от началника на НВУ „Васил Левски” „План за опазване и възстановяване на околната среда в ежедневната

дейност на НВУ „Васил Левски” [2]. Пред целият личен състав на университета се обявяват за изпълнение „Мероприятия за опазване на околната среда в НВУ „Васил Левски”.

От комисията се разработват „Екологичен паспорт на НВУ „Васил Левски” и „Програма за управление на отпадъците в НВУ „Васил Левски”.

В изпълнение на дадените с писмо препоръки от министъра на околната среда и водите относно реда за събиране и третиране на негодните за употреба портативни и акумулаторни батерии е сключен договор за сътрудничество при събиране и предаване на негодни за употреба батерии и акумулатори. В изпълнение на договора в районите на НВУ „Васил Левски” са разположени съдове за разделно събиране на негодни за употреба портативни батерии и акумулатори.

За предаване на негодни за употреба автомобилни акумулаторни батерии фирмата заплаща цена на НВУ „Васил Левски” която се определя на цени не по-ниски от средните нива на изкупните цени в Република България, действащи към момента на всяка отделна сделка.

Организирано е екологосъобразното управление на отпадъците в НВУ „Васил Левски” чрез създаване на депа за съхранение както следва [4]:

- депо за съхранение на метални отпадъци;
- депо за съхранение на акумулаторна скрап;
- депо за съхранение на негодни автомобилни гуми.

Организирано е съгласно чл. 33 от Закона за управление на отпадъците разделно събиране на отпадъците от хартия, пластмаса и стъкло.

От ключово значение е формирането на екологическо мислене и възпитание у целия личен състав на университета. Това е мащабна и трудна задача, която изисква осъзнаване на необходимостта от съчетаване на всяка дейност с нанасяне на минимална вреда на околната среда.

При провеждане на извънкласни занятия в организационните указания за тяхното провеждане се включват заповеди и инструкции по опазване и възстановяване на околната среда, които определят дейностите при [5]:

- движение по местността;
- инженерно оборудване и маскировка;
- устройване на полеви лагери, паркове, продоволствени пунктове и отходни места;
- устройване на полеви пунктове за техническо обслужване и ремонт, гориво зарядни станции, складове и др.;
- особености при преодоляването на водоеми, влажни и вододайни зони;
- правила за пожарна безопасност;

– реда за действие при екологични инциденти – разливи, аварии, невзривени боеприпаси и др.

При подготовката и провеждането на тактически учения и други форми за подготовка на личния състав, управлението на университета като част от предварителната дейност уведомява местните граждански власти, както и РИОСВ, за да се определят кои фактори от ученията влияят върху дадени компоненти на околната среда и как да се минимизират неблагоприятните ефекти.

В изпълнение на задачата по съхранение и възстановяване на околната среда се взаимодейства с органите на държавната и местната власт както и с неправителствените екологични организации. Работи се по координиране на усилията и търсене или оказване на помощ и съдействие за недопускане или решаване на възникнали проблеми по околната среда.

Изводи:

1. За смекчаване на антропогенния натиск в НВУ се работи по следните направления и задачи по опазване на околната среда: опазване и възстановяване на околната среда в ежедневната дейност, опазване и възстановяване на околната среда в условия на въздействие на екологически неблагоприятни антропогенни и природни фактори и съхраняване на околната среда в процеса на военната дейност и възстановяването ѝ по време и след провеждане на учения. [8,9,11]

2. Към момента екологичното състояние на районите на НВУ „Васил Левски” отговаря на изискванията на нормативните документи по опазване на околната среда в Република България. [12]

ЛИТЕРАТУРА

1. Концепция за екологическа защита и опазване на околната среда в Б А.

2. План за опазване и възстановяване на околната среда в ежедневната дейност на НВУ „Васил Левски”.

3. Екологичен паспорт на НВУ „Васил Левски”.

4. Програма за управление на отпадъците в НВУ „Васил Левски”.

5. Наръчник на военнотружещия от въоръжените сили на Република България по опазване на околната среда.

6. Натура 2000, Регистър на защитени зони.

7. Върбанова, Б. Финансови и икономически аспекти на образованието в България. Издателство „Фабер”, 2020, с. 126, ISBN 978-619-00-1197-2.

8. Долчинков Н. Действия на населението при извънредни ситуации. Монография, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски”. ISBN 978-954-753-306-6.

9. Долчинков Н., Оптимизация уведомления населения в случае радиоактивного загрязнения, LAP LAMBERT Academic Publishing RU, ISBN 978-613-9-45350-4, Mauritius, 2019.

10. Николов, Н. Х. Определяне класа на токсичност на промишлени отпадъци. Сборник доклади от университетска научна конференция 28-29 май 2020г., том 5, стр. 176 (5стр). ISSN 1314-1937.

11. Padarev, N.I., Best practices in CBRN waste management in military operations. Security and future, ISSUE 3/2018, Sofia, 2018, pp 130-134.

12. Padarev, N.I., Analysis of the Relation Between Climate Changes and Security Area, International Conference Knowledge-Based Organization, Vol. XXIV. Conference proceedings 3, Applied technical Sciences and Military Technologies, Sibiu, Rom., 2018, pp 169-173.

13. <https://www.veliko-tarnovo.bg/bg/>

Борислав Косев Димитров

доцент, доктор

НВУ „Васил Левски”

катедра „Защита на населението и инфраструктурата”

E-mail: borisslav_nv@abv.bg

ИЗПОЛЗВАНЕ НА ИНФРАЧЕРВЕНАТА СВЕТЛИНА ВЪВ ВОЕННОТО ДЕЛО

Пламен Калинов

USE OF INFRARED LIGHT IN MILITARY AFFAIRS

Plamen Kalinov

Abstract: *Emergency situations of anthropogenic nature are reviewed, the main characteristics of this type of accidents are formulated. The classification of emergencies is shown, depending on different criteria selected. The classification is based on criteria that are legally and practically imposed in leading European and world countries.*

Key words: *accidents, criteria, different, extraordinary situations, technology.*

Увод

Последни изследвания сочат, че видимия диапазон на електромагнитното лъчение може да се разшири – оказвайки се, че човек в някои случаи може да вижда инфрачервената светлина, независимо че тя се смята за напълно невидима за нашето око.

В спектъра на електромагнитните вълни инфрачервените лъчи заемат областта между червената граница на видимия спектър и микровълните. Инфрачервените лъчи са подчинени напълно на законите на оптиката и спадат към оптичния спектър [1]. Те се отразяват и пречупват подобно на видимата светлина, но имат някои характерни особености, свързани с по-голямата дължина на вълната. Серия експерименти показват, че два инфрачервени фотона едновременно попадат на един пигментен белтък на окото. От това се отделя енергия, иницираща химични изменения, които ни позволяват да видим първоначално невидимата светлина. 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, комуникацията и др.

Инфрачервените вълни са невидими за окото, но създават усещане за топлина, тъй като силно се поглъщат от кожата на тялото, за това често ги наричат топлинни вълни. Често инфрачервените лъчи носят наименованието топлинни лъчи, поради силно изразения топлинен ефект

който оказват на телата върху които попадат [8]. Фотоните на инфрачервените лъчи са с по-ниска енергия от тези на видимата светлина. Лъчите на видимия спектър и инфрачервените лъчи не предизвикват вредни ефекти върху живите организми.

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 [2]. 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.

Инфрачервеното излъчване или инфрачервената светлина е електромагнитно излъчване с дължина на вълната от $0,74\text{ }\mu\text{m}$ до $1 - 2\text{ mm}$, 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 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 [9]. 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.

Инфрачервената светлина може да преминава през някои обекти, които са непрозрачни за видимата светлина, но не и през масивни прегради (стени) [7]. Ако заснемем стена на сграда, намиращите се в дълбочина конструктивни детайли оставят своя температурен отпечатък на повърхността и тези температурни разлики могат да се видят с термо камерата. Тези образи отговарят на вътрешната структура на наблюдавания обект или на намиращи се в непосредствена близост предмети. Например при наблюдаването на стените на сграда, често могат да се видят скрити конструктивни елементи, като арматура, тухли и хоросан, колони, греди, противоземетръсни шайби, стълбища, вентилационни системи и др. Отчетливо се виждат температурните образи на разположени зад стената отоплителни уреди, както и плътно долепени до нея мебели.

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.

Инфрачервената светлина се излъчва там, където има отделяне на топлина [4]. 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.

Истинското си развитие термографията получава по време на Втората световна война, когато заснемането на инфрачервеното излъчване на различни обекти намира широко приложение. Чрез инфрачервени сензори се наблюдавало придвижването на войски, въоръжение и оборудване. След декласифицирането на военните технологии за заснемане на инфрачервено излъчване, учените се насочват към изследвания за тяхното медицинското и друго приложение.

В исторически план термографията се използва широко от военните служби и службите за сигурност [6]. Освен това тя намира много други приложения.

Най-важните инфрачервени лъчи са за космическата и военната промишленост. На базата на фотокатоди, които имат чувствителност към инфрачервено лъчение (до 1,3 микрона), се създават (различни бинокли, мерници и др.). Те позволяват едновременното облъчване на обекти с инфрачервено лъчение да се прицелват или наблюдават в абсолютна тъмнина.

Благодарение на създадените високочувствителни приемници на инфрачервени лъчи стана възможно производството на самонасочващи се ракети. Сензорите в тяхната бойна глава реагират на инфрачервено лъчение от цел, температурата на която по правило е по-висока от околната среда и насочват ракетата към целта. Откриването на отопляеми части от кораби, самолети и резервоари с помощта на топлинни локатори се основава на същия принцип.

Инфрачервените локатори и далекомири могат да откриват различни обекти в пълна тъмнина и да измерват разстоянието до тях. Специални устройства - които излъчват в инфрачервения спектър, се използват за космос и отдалечени наземни комуникации.

Инфрачервените лъчи се използват за различни цели – за локализиране на военни цели, за нощни наблюдения, за дистанционно измерване на температура, измерване на разстояния, дистанционно управление на уреди в бита, комуникацията и др [10]. 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.

Сферата на приложение на прибори използващи инфрачервени лъчи, определя разликата между термографските и термовизионните камери – термографските прибори са предназначени предимно за извършване на измерване, контрол и диагностика, докато термовизионните служат повече за наблюдение, откриване и издирване във военната, цивилната, промишлената и други сфери [1]. При термографски изследвания, при които е важно да се наблюдават не толкова формите на обектите, колкото фини разлики в повърхностните им температури, термокамерите могат да „оцветяват” обектите, като на всеки цветен оттенък съответства точно определена температура. Обикновено на разположение са множество различни палитри, които имат свои предимства при различни приложения.

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

Уреди за нощно виждане, работещи на принципа на усилване на светлината от видимия и близкия инфрачервен (ИЧ) диапазон на спектъра и използващи електроннооптичен преобразувател (ЕОП), характеризирани се с образ в зелен оттенък [4].

Уреди, използващи топлинното излъчване на наблюдаваните обекти (т.нар. термовизори), които работят в инфрачервен диапазон на спектъра.

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. Понастоящем масово използваните уреди за нощно виждане са базирани на технологията на усилване на светлината и този тип уреди ще бъдат предмет на по-нататъшното изложение и развитие.

Съществуват няколко основни типа уреди за нощно виждане според тяхното предназначение – очила, прицели и бинокли [3]. В зависимост използването или не на допълнително инфрачервено осветяване уредите за нощно виждане се разделят на активни и пасивни. Активните уреди за нощно виждане се нуждаят освен от естествената нощна осветеност, но и от допълнително инфрачервено осветяване. Оптичните оси на допълнителното инфрачервено осветяване и на уреда са паралелни.

Оръжията със топлинно насочване са преносимите зенитно-ракетни комплекси и те са вид зенитни отбранителни системи, предназначени да бъдат носени на рамо от войници. Обикновено ракетите са с инфрачервено

насочване и се употребяват за защита на войскови формирования от вертолетите и ниско летящи самолети.

Според инфрачервеното си насочване, ракети от този тип са предназначени да прихващат топлинния източник на машината (в почти всички случаи това е двигателят). При достатъчна близост до този източник, или при контакт с летателния апарат бойната глава се взривява. Инфрачервеното насочване на ракетните системи е пасивно – т.е., няма нужда от излъчване на определен вид сигнали, за да бъде намерен топлинния източник. Това ги прави трудни за засичане от пилотите на самолетите/вертолетите.

Инфрачервената глава за самонасочване се насочва по топлината, излъчвана от целта. Ранните варианти на тези системи имат ниска чувствителност, затова могат да се ориентират по топлината на работещия двигател. За използването на такава ракета атакуващият самолет трябва при изстрелването ѝ да се намира точно зад целта. Това ограничава маневрирането на самолета-носител и диапазонът на използване на ракетата. Ниската чувствителност на главата за самонасочване ограничава и далечината на пуска, тъй като топлинното излъчване силно се намалява с увеличаването на разстоянието.

Съвременните ракети с инфрачервена глава за самонасочване са всеракурсни (изстрелвани от всякакво направление), тъй като чувствителността на инфрачервените датчици позволяват да се улови топлината, възникнала в процеса на триене на обшивката на самолета във въздушния поток. Заедно с повишената маневреност на ракетите с малка далечина на полета, това позволява на самолета да нанася удар по целта от всякакво положение, а не само от задната полусфера, но вероятността за поразяването на целта от ракета, изстреляна в задната полусфера е по-висока.

За увеличаване на маневреността съвременните ракети с малка далечина на полета (т.е. с инфрачервена система за самонасочване) се оборудват с двигатели с управляем вектор на тягата и газови кормила, които позволяват на ракетата да завие към целта веднага след изстрелването, още преди да набере скорост, достатъчна за ефективно управление чрез аеродинамичните повърхности.

Лазерите и електрониката постепенно навлизат и при индивидуалното стрелково оръжие [5]. Инфрачервени и лазерни мерници, интегрирани системи за насочване, способни да действат при дневни и нощни условия, системи за разпознаване на свои бойци и др., все по-често стават част от оръжието на съвременния боец. Хит на оръжейната електроника са вградените процесори, съгласувани с мини екран, монтиран в кевларената каска на боеца.

В най-новите поколения индивидуални оръжия, електрониката е способна да следи целта, да определя точно разстоянието и да установява взривателя на гранатата преди изстрелването. Работи се по осигуряване на 90% вероятност за попадение в целта на разстояние 500 м и 50% на 1000 м. Стремежът е да се постигне над 50% увеличение на вероятността за поражение в сравнение с досега използваните системи.

Основно средство за противодействие на ракетите с инфрачервено самонасочване са изстрелваните топлинни капани, чието топлинно излъчване е по-силно от топлинното излъчване на целта и ракетите я губят, насочвайки се към по-яркия източник на излъчване. Използват се и смутители в инфрачервения диапазон, както и конструктивни елементи, понижаващи топлинното излъчване на двигателите. На по-голямата част от вертолетите на изходните места на двигателите са монтирани специални устройства, разсейващи топлинното излъчване, които смесват въздушния поток, образуващ се около машината, с изходните газове от двигателя, като по този начин снижават излъчваната температура.

За защита от ракети с инфрачервена глава за самонасочване се разработват и различни лазерни системи, които биха могли с лъча си да „забият“ системата за насочване на ракетата. Най-съвършените ракети с инфрачервена глава за самонасочване са примерно американската ASRAAM, които имат инфрачервена матрица, формираща инфрачервено излъчване на целта (като в съвременна видеокамера), което позволява на ракетата да различи летателния апарат от точковите източници на излъчване на топлинните капани. В същото време съвременните инфрачервени глави за самонасочване имат широк ъгъл на обзор, затова пилотът не трябва да насочва своя самолет директно към целта за изстрелване на ракетите. С използването на най-съвременните нашлемни системи за целеуказание на пилотът е достатъчно да погледне целта си, завъртайки глава към нея, за да може да я атакува с ракети с инфрачервено насочване. На руските изстребители МиГ-29 и Су-27 в допълнение към бордовата РЛС се използва оптико-електронна система за целеуказание, която позволява да се определи разстоянието до целта, без самолетът да се демаскира с включването на радара си.

Заключение

Инфрачервената светлина и нейните свойства, търпят развитие във приложението си от самото и откриване до днешно време. Инфрачервените лъчи са неразделна част от нашия живот, дори и невидимо за човека без специални приспособления. Приложението на инфрачервените лъчи е разнообразно във зависимост от областите на използваемост.

Свойствата на инфрачервените лъчи, предразполагат области на използване от нашето ежедневие благодарение най-вече на силно изразения, както топлинен ефект, така и електромагнитно излъчване.

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 инфракрасно 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 С), излъчва инфрачервени вълни. Основният и най-голям обект излъчващ инфрачервено лъчение е Слънцето.

Инфрачервените лъчи спомагат много целево, както в промишлената, индустриалната, строителната, в системата на сигурността, охранителната, комуникационната, така и във военната дейност.

Най-често военната използваемост на инфрачервени лъчи е в уреди за нощно виждане, оръжия с топлинно насочване и прицелване, установяване на разстояния до цели, наблюдение на местности от релефа и обекти, откриване на пострадали и изчезнали хора и други.

Както много заобикалящи ни отрасли използващи инфрачервена светлина, така и използваемостта на инфрачервената светлина в военното дело търпи развитие от самото и откриване до днешно и бъдеще време.

Ползвана литература:

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

2. Даниела Борисова Уреди за нощно виждане Моделиране и оптимално проектиране София 2015 ИЗДАТЕЛСТВО НА БАН „Проф. МАРИН ДРИНОВ“

3. Долчинков Н. Т., 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;

4. 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;

5. <https://kakvo-e-svetlinata.webnode.com/elektromagnitna-teoriya/infracherveni-i-ultravioletovi-lchi/>

6. <https://luna-anapa.ru/bg/emigraciya/infrakrasnoe-izluchenie-ispuskayut-infrakrasnoe-izluchenie/>

7. <https://www.redsun.bg/infraredheating/infrared-heat-waves/>;
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]
9. Lazov L., Dolchinkov N. T., Kondratieva O., Laser and his impact on the people's eyes, International scientific journal: Security@future 2/2019, ISSN 2535-0668 стр.66-68;
10. 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.

Адрес за кореспонденция:

Ст.серж. Пламен Иванов Калинов: НВУ „Васил Левски“, Велико Търново, България; поделение на БА гр. Белене, E-mail: plamen6637@abv.bg

РАДИАЦИОНЕН КОНТРОЛ В РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

Николай Арабов

RADIATION CONTROL IN THE REPUBLIC OF BULGARIA

Nikolay Arabov

Abstract: *Uranium is a strategic raw material and the presence of uranium deposits is a prerequisite for economic growth of its owners. Uranium mines operate in more than 20 countries in different parts of the world, although in 2018 about 55% of world production comes from only ten mines in four countries, and these four countries provide 77% of the world's uranium mined. The countries have varying degrees of government risk, affecting their attractiveness for investment in the extraction, processing and export of this raw material, taxes and the availability of skilled workers. These factors have already influenced the exploration of minerals, which led to the identification of an ore body before the extraction and processing process began.*

Key words: *uranium mines, uranium production, countries, factors, nuclear power.*

1. Увод

Радиацията е невидимо и неосезаемо за човека излъчване, което се характеризира със своята енергия, скорост на движение и йонизираща способност. Тя е една от формите на риск, на който са подложени живите организми и в частност, човекът.

Радиационен риск - това е вероятността за възникване на вредни за здравето на човека ефекти или неговото потомство в резултат на облъчване с йонизиращо лъчение(α , β , γ - лъчение) от радиоактивни източници.

Радиационната защита изучава явленията, които възникват при взаимодействията на радиоактивните лъчения с веществото, методите за отслабване на въздействието на йонизиращите лъчения до допустимите нива и по-ниски от тях, както и пресмятането и построяването на защита и комплекс от съоръжения снижаващи интензивността на излъчването от източниците [1]. Радиационна защита е комплекс от организационни и технически мерки, предназначени за защита на живите организми от облъчване с йонизиращо лъчение, включително осигуряване на безопасността на източници на йонизиращо лъчение и дейностите с тях,

т.е. осигуряване на минимален риск от необосновано облъчване, минимален брой облъчвани лица, минимално облъчване на хора без надвишаване на установените граници на дозите, предотвратяване на радиационни аварии и ограничаване на последиците от тях. Всяко радиоактивно облъчване трябва да се приема за вредно за човека и колкото погълнатата доза е по-голяма, толкова уврежданията са по-големи.

При взаимодействието на лъчението с вещество възникват сложни явления (многократно разсейване, отражение на границите на разделяне на средите, активност, причинена от неутроните, биологично въздействие и т.н), които също трябва да се изследват и вземат предвид, а при пресмятането на защитата е необходимо да се отчита многообразието на източниците на лъчение според техния вид, поток и енергиен спектър. Вероятността от възникване на някакъв конкретен вреден ефект у живия организъм в резултат на радиация, закономерно води до необходимостта от неговото измерване и защита от прекомерното облъчване [2]. Пресмятането на защитата от лъчението и стремежа за намаляване на дозите са довели до възникването и развитието на науката дозиметрия и радиационна защита. Дозиметрията на йонизиращите лъчения изучава физичните величини, характеризиращи свойствата на полето на лъчението, тяхното взаимодействие с веществото, а също и методите и средствата за регистрация на лъчението [3].

За предотвратяване на радиационни аварии в обекти с повишен радиационен риск е необходимо да бъде прилаган постоянен контрол, който се извършва чрез измерване, изследвания, наблюдения и анализи.

1. Обекти в Република България, които могат да предизвикат изменение на радиационния фон.

- АЕЦ „Козлодуй” (фиг.1) – единствена за сега в България атомна електроцентрала и най-голяма в региона. Строежът ѝ започва през 1970 г., а официалното и откриване е на 4 септември 1974 г. Към сегашно време в централата работят само 5-ти и 6-ти реактори с общ капацитет малко над 2000 MW. Те са изградени съответно през 1987 и 1991г. и са от типа ВВЕР-1000 (водно-воден енергиен реактор).

- Уранови находища и бивши предприятия за преработка на уранова руда – на територията на страната до 1988г. са регистрирани и работят 48 уранови мини. Много от тях са в Рило-родопския масив и Стара планина, а най-големите находища са Бухово, Симитли, Елешница, Момино, Белозем, Марица и Смолян. В България през цялото време е произвеждан полупродукт, а не чист уран, а страната ни никога не е имала инсталация за производство и обогатяване на чист уран. През 1992 г. добивът на уран в България е обявен за икономически неизгоден и е преустановен, но дори и недействащи, урановите мини могат да бъдат източник на радиация [9].



Фигура 1. АЕЦ „Козлодуй“ (5-та и 6-та реактор)

- Хранилища за съхранение на ядрени елементи и отпадъци - на територията на страната се намира постоянното хранилище за радиоактивни отпадъци (ПХРАО) - разположено край село Нови хан, община Елин Пелин. То е изградено в края на 50-те и началото на 60-те години на XX век в съответствие с действащото в страната законодателство. Хранилището е предназначено да приема радиоактивните отпадъци, които се получават в резултат на използване на радиоактивни източници в медицината, промишлеността, селското стопанство, науката и образованието. В проект е изграждането на Национално хранилище за радиоактивни отпадъци в 3-километровата контролирана зона на АЕЦ „Козлодуй“. Очаква се в близките години то да влезе в експлоатация, като е планирано постепенно да се запълва с радиоактивни отпадъци в следващите 60 години.

- Всички гама-линии в медицината, селското стопанство, промишлеността и науката.

- Площадка с реактори за АЕЦ „Белене“.



Фигура 2. Нефункционираща мина Бухово, днес

2. Радиационен контрол в Република България

На територията на страната радиационния контрол се извършва от Националната автоматизирана система за непрекъснат контрол на радиационния гама-фон (BULRaMo). Изграждането и започва през 1992 г. от немската фирма “Normann” – GmbH. През 1997 г. системата е пусната в експлоатация в изпълнение на Наредба за изграждане, експлоатация и развитие на Националната автоматизирана система за непрекъснат контрол на радиационния гама-фон в Република България – ПМС, номер 434/19.11.1997 г [5].

В района на АЕЦ „Козлодуй“, на река Дунав е разположена Автоматизирана система за радиационен мониторинг на води.

Автоматизираната система има за цел да осигурява оперативна информация в случай на инцидентно повишаване на радиационния фон, както при ядрена авария на територията на страната ни, така и при трансграничен пренос. Тя обезпечава с данни в реално време аварийния център на Агенцията за ядрено регулиране и Главна Дирекция „Национална служба Гражданска защита“ към Министерството на вътрешните работи, с което се осигурява възможност в случай на радиационна авария да се приложат своевременно подходящи мерки за защита на населението и околната среда.

27-те локални мониторингови станции (ЛМС) от системата са свързани помежду си в мрежа и осъществяват постоянен мониторинг и обмен в националната автоматизирана система за наблюдение, който е администриран и е под пряк контрол от „Изпълнителната агенция по околната среда“ (ИАОС) – гр. София [6]. Всички ЛМС разполагат с

допълнително (аварийно) захранване, като в случай на преустановяване на основното захранване поддържат работата на системите до две денонощия.

2.1 Измервани показатели, мерни единици и методики на измерване:

- Радиационен гама-фон – мощност на амбиентната еквивалентна доза $H^*(10)$ в [$\mu\text{Sv/h}$].

Измерванията се извършват в реално време от локалните мониторингови станции от Националната автоматизирана система за непрекъснат контрол на радиационния гама-фон. През месец декември 2014 г. е приключило обновяването на Националната автоматизирана система за непрекъснат контрол на радиационния гама-фон. Величината измервана от новите гама-сонди е посочената по-горе мощност на амбиентната еквивалентна доза $H^*(10)$. В базата данни на автоматизираната система са налични стойности за $H^*(10)$ за периода от месец декември 2014 г. до настоящия момент. За периода преди месец декември, 2014 г. величината измервана от старите гама-сонди е мощност на погълнатата доза (въздушна керма) в [nGy/h].

- Радиологична активност на повърхностни води на река Дунав в района на АЕЦ „Козлодуй“ в [Bq/l].

Измерването се извършва в реално време. То е спектроскопично, т.е. позволява в случай на радиоактивно замърсяване да се определи изотопа, който допринася за повишената активност във водата.

2.2 Местонахождение на локалните мониторингови станции (ЛМС)

- Националната автоматизирана система за непрекъснат контрол на радиационния гама-фон разполага с 27 локални мониторингови станции намиращи се в: гр. Видин, гр. Вълчедръм, с. Хайредин, гр. Монтана, с. Силановци, гр. Кнежа, гр. Враца, гр. Велико Търново, гр. Петрохан, гр. Плевен, гр. Силистра, гр. Русе, гр. Тервел, с. Самуил, нос Калиакра, нос Емине, с. Ореш, гр. Ахтопол, гр. Варна, гр. Елхово, връх Рожен, гр. Пловдив, връх Виден, връх Ореляк, връх Ботев, гр. София и гр. Нови хан, която е и последната изградена станция през 2009 г. в близост до постоянното хранилище за радиоактивни отпадъци (ПХРАО) [7].



Фигура 3. Общ изглед на станция за комплексен фонов мониторинг „Рожен“, където е разположена и ЛМС

По-голяма част от станциите са в Северна България и около АЕЦ „Козлодуй“, с оглед покриване на най-често наблюдаваните преноси на въздушни маси от север. С ЛМС по южната ни граница е осигурена възможност за предоставяне на информация за съседните ни Гърция и Турция.

- Автоматизираната система за радиационен мониторинг на води - река Дунав в района на АЕЦ „Козлодуй“ разполага с две автоматични станции намиращи се в района на пристанище Козлодуй и пристанище Оряхово.

2.3 Описание на измервателни уреди:

- Гама-сонди инсталирани на локалните мониторингови станции на Националната автоматизирана система за непрекъснат контрол на радиационния гама-фон:

Фирма производител: ENVINET GmbH, Германия Модел: IGS421B-H

- Величина: Амбиентна еквивалентна доза $H^*(10)$
- Диапазон на измерване 10 nSv/h до 10 Sv/h
- Температурен диапазон от -40 ° до +60 °C
- Детектори: 2 x нискодозови детектора 2 x GM LD 70 031A; 1 x вискодозов детектор 1 x GM HD 70 018A

● Локалните мониторингови станции от Автоматизираната система за радиационен мониторинг на води - р. Дунав в района на АЕЦ „Козлодуй“, разполагат с температурно стабилизирана спектрометрична сцинтилационна сонда с детектор NaI (T1) и следните тактико-технически данни:

- размери на детектора NaI (T1): 3" x 3 „;
- разрешение на детектора по Cs-137: < 7.5 %;
- чувствителност по Cs-137: < 2 Bq/1;
- работна температура: от 0 °C до 35 °C;

2.4 Атмосферна радиоактивност

Изследванията на атмосферната радиоактивност се базират на автоматично набиране на аерозолни проби (обем ~ от 500 до 3000 m³ въздух) върху стъклоvlakнести филтри, чрез стационарни автоматични станции с последващ гама–спектрометричен анализ, за определяне обемната специфична активност на естествени и техногенни радионуклиди. Пробонабирането се извършва два пъти месечно в градовете: Бургас, Варна, Враца, Монтана (обем въздух 1600 m³) и София (3000 обем въздух m³) и едномесечно в гр.Бухово, с. Яна (500 m³ ÷ 700 m³) и гр.Свищов - 3000 m³.

2.5 Радиационно състояние на необработваеми почви

Радиационното състояние на почвите в страната се оценява, посредством недеструктивен гама–спектрометричен анализ за определяне специфичната активност на естествени и техногенни радионуклиди в проби от пунктовете от мониторинговата мрежа [2].

Измерените стойности на специфичната активност на естествените радионуклиди се сравняват с фонове величини, определени в резултат от дългогодишни наблюдения и характеризиращи почвите в отделните области от страната, незасегнати от стопанска дейност.

3. Радиационен контрол в структурите на Българската армия

Българската армия разполага с подразделения за ядрена, химична и биологична защита и екология (ЯХБЗ и Е) [4]. Те извършват комплекс от мерки и мероприятия за предпазване на войските, населението и стопанството от ядрено, химическо и биологично оръжие и радиационни и химически аварии. Една от мерките е ежедневен контрол и измервания на радиационния фон от всички военни формирования, а отчетените стойности се свеждат в „Център за наблюдения и контрол на радиационната, химическата, биологичната и екологичната обстановка“ – военно формирование 52 210, гр. Банкя, по линия на оперативните дежурни. Така всяко едно военно формирование на територията на страната се явява точка за измерване и контрол.

Във войсковата практика с измерването и пресмятането на степента на радиация в полетата на йонизиращо лъчение и неговата активност се

занимава дозиметрията, а измерванията се извършват от органите за радиационно разузнаване.

3.1 Явления и процеси, протичащи в различните видове детектори на йонизиращо лъчение

Измерването на активността радиоактивните препарати (проби), което се осъществява, чрез дозиметричен контрол на хора, техника, хранителни продукти, вода и др., се осъществява за защита от външни и вътрешни лъчеви поражения. Извършва се с радиометър – рентгенометри и броячни комплекти.

За измерване на параметрите на йонизиращите лъчения се използват специални възприемащи устройства, наречени детектори. С тяхна помощ енергията на йонизиращото лъчение се превръща в друг вид енергия, удобна за регистриране и измерване [5]. Методите за регистрация и измерване на параметрите на йонизиращите лъчения се базират на ефектите, които се наблюдават при взаимодействието му с веществото на детекторите.

Различаваме следните основни методи за регистрация на йонизиращо лъчение:

- Йонизационен – на базата на този метод са построени йонизационни камери и газоразрядни броячи. Работният обем на камерите е запълнен с въздух при нормални условия, а газоразрядните броячи с благородни газове под налягане. Сухият въздух и газовете притежават добри изолационни свойства, но под действие на йонизиращите лъчения придобиват проводящи свойства. Когато в газа премине лъчението, то почти мигновено по цялата му дължина се образуват йонни двойки и възбудени атоми (молекули). При взаимодействие на противоположни по заряд носители протича процеса рекомбинация. Така между двата електрода с различни потенциали настъпва насочено движение на носителите на заряда към съответния електрод, във веригата протича ток, който се усилва и се регистрира от измерителен уред. Наситеният йонизационен ток зависи от интензивността на радиоактивното излъчване. Основна дозиметрична характеристика е волт-амперовата характеристика.

- Сцинтилационен (луминесцентен) – този метод е значително по-ефективен. Принципът на действие на широк клас детектори на йонизиращи лъчения почива на явлението луминисценция. Това е свойството на някои вещества да трансформират внесената енергия в светлинни кванти. Външни причини за луминесцентно светене могат да бъдат облъчване с гама-лъчения (фотони), незаредени и заредени частици (сцинтилационен процес), нагряване (термолуминесценция) и др. Основен елемент се явява фотоелектронният умножител (ФЕУ), който превръща фотоелектронния поток в аноден ток, след многократно усилване, който се регистрира от измерителен уред.

- Полупроводников метод – този метод има висока ефективност, висока чувствителност, висока разделителна способност на гама – линиите. Ако в чист полупроводник попадне йонизиращо лъчение, то отдава част от енергията си в него, в резултат на което се създават голям брой дупки в запълнената зона и електрони в зоната на проводимостта. Броят на двойките носители, създадени от лъчението, ще зависи от неговата енергия и ширината на забранената зона. Ако полупроводникът се намира в електрическо поле, насоченото движение на тези носители води до протичане на електрически ток, който се регистрира. Предизвиканата по този начин проводимост се нарича вътрешен фотоефект, на който се основава действието на полупроводниковите детектори. За разлика от сцинтилационните броячи, в тези детектори става непосредствено преобразуване на енергията на лъчението в електрически ток.

- Фотографичен метод – основава се на свойството на радиоактивното лъчение да предизвиква почерняване на фотографската плака, която е покрита с тънък фоточувствителен слой (емулсия), от желатин и зрънца сребърен бромид. Под действие на радиоактивно лъчение се отделя валентния електрон от сребърния бромид и се получават свободни молекули на тези елементи. След проявяването на места, където е действало радиоактивното излъчване, металическото сребро се възстановява и на тях се получава почерняване, а на останалите места плаката остава празна. Степента на почерняване е пропорционална на погълнатата доза. Този метод се използва най-вече за измерване дозите на гама–излъчванията.

- Химически метод – йонизираните молекули на веществото под действие на радиоактивно лъчение поради своята неустойчивост се разпадат и образуват по-устойчиви атоми. Те имат голяма реакционна способност, взаимодействат си с други молекули и се стига до натрупване на крайни химически продукти. Количеството на тези новообразувани продукти е пропорционално на дозата на облъчване. Този метод се използва рядко и не е достатъчно точен.

3.2 Основни видове войскови дозиметрични прибори:

- автоматични сигнализатори за радиоактивност АСР-1 с диапазон на измерване ($0,05 \div 0,25$ R/h) и АСР-3($0,05 \div 50$ R/h). Предназначени са за постоянно радиационно наблюдение и оповестяване за радиоактивно заразяване на местността и въздуха. Приборите имат звукова и светлинна сигнализация при достигане на съответното прагово значение на гама – лъчението в околната среда. Разположени са на транспортни средства и се захранват от бордовата им мрежа – 12V.

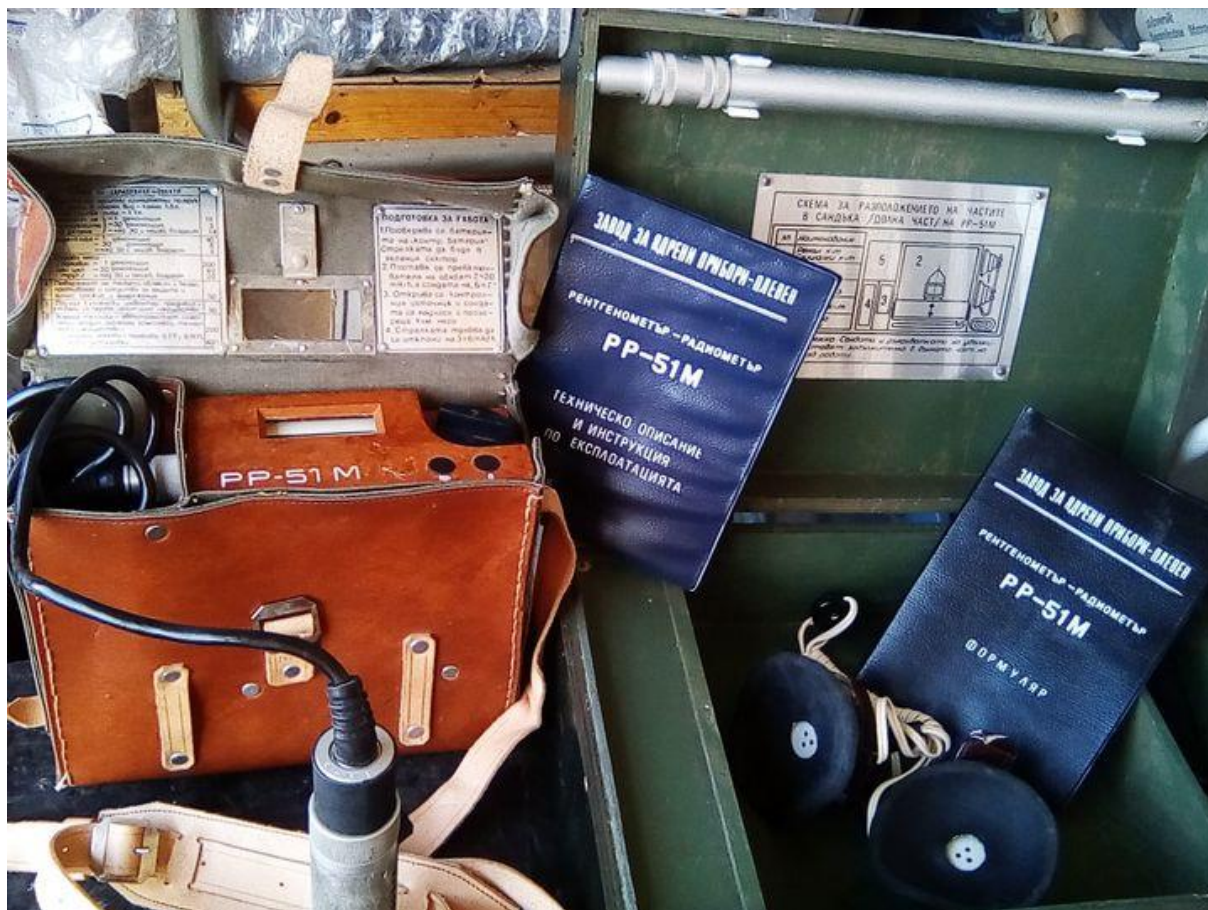
- бордови рентгенометър ДП-3 – предназначен е за измерване мощността на дозата на гама–излъчванията на местността. Той е основно средство за водене на радиационно разузнаване от подвижни средства.

Диапазона за измерване мощността на дозата от 0,1R/h до 500R/h, разделен в четири поддиапазона за по-голяма точност [4]. Регистриране на радиацията се извършва по йонизационен метод от цилиндрична алуминиева йонизационна камера.

- бордови рентгенометри РБЦ-75 и РБЦ-82 – осигурява визуално и цифрово отчитане на показанията при измерване мощността на дозата на гама-излъчванията и сигнализиране при превишаване на нормалните стойности [8]. Диапазон за измерване от 0,1 R/h до 999 R/h, разделен в три поддиапазона. В тези рентгенометри регистрирането на йонизиращото лъчение става чрез полупроводниковия метод. Приложение намира силициевият полупроводников детектор (p-i-n структура), като възприемащо устройство на гама-радиацията.

- рентгенометър-радиометър РР-51М (фиг.3) – предназначен е за измерване на нивото на радиация на местността и степен на радиоактивно заразяване на храна, вода и повърхностите на различни предмети. Дава възможност и за откриване и качествена оценка на повърхностното β -заразяване на различни обекти по гама-метода. Диапазона за измерване на прибора е от 0,02 mR/h до 200 R/h и е разделен на седем подобхвата.

Детектора на гама-лъчение и бета-лъчение представлява Гайгер-Мюлеров брояч, който се захранва с високо напрежение от преобразувател на напрежение [8]. Принципното действие на газоразрядния брояч не се отличава от това на йонизационната камера, но на електродите на брояча се пролага много по-високо напрежение, с което се осигурява работата му в областта на ударната йонизация.



Фигура 4. PP-51M произведен в завод за ядрени прибори-Плевен

- полеви радиометър-рентгенометър ДП-5 (ППР-1) – предназначен за откриване и количествено определяне на бета–заразяване на повърхността на различни предмети, както и откриване и измерване на степента на гама–радиацията. Прибора има два диапазона по бета–излъчвания ($100 \div 1\,000\,000$ разпадания в минута на cm^2) и по гама–излъчване ($0,05 \div 200 \text{ R/h}$)

- радиометрична лаборатория (броячна установка) ДП-100-АД-М. В този прибор има декадно-броячно устройство, два детектора, челен брояч (за регистриране на бета–лъчение) и алфа–датчик, който е сцинтилационен. Броячната установка е предназначена за определяне на абсолютната активност на изследван предмет (продукт).

- измерител на радиоактивност – РАМ II – предназначен е за измерване на вида и силата на активността на повърхности и проби при увеличен и нормален гама–фон, големината му и приблизителна възраст на заредените частици.

- прибори за радиационно разузнаване AN/VDR-2 – прибор от носим тип, който извършва наземни радиологични измервания. Открива, измерва и показва степента на дозата на гама–фона до 100 Gy/h . Измерва,

съхранява и показва натрупаната доза от 0.01 μ Gy до 9.99 Gy. Приборът притежава звукова и светлинна сигнализация [4, 8].

Приборите за радиационни измервания и контрол в българската армия са основно в мерни единици рентген (R), изключение прави прибора AN/VDR-2. Приведен към метричната система сиверт (Sv), 1R е равен приблизително на 0,0098 Sv. Подобно на единицата Sv, за измерване на количеството радиация се използва и мерната единица грей (Gy), която е приета от системата SI. 1Gy е равен приблизително на 100,185 R. Така след необходимите изчисления могат да се преобразуват мерните единици.

Заключение

Човек не може да възприеме непосредствено йонизиращите лъчения така, както светлината, топлината и звука. Дори и най-високите гама-неутронни дози не са съпроводени с физиологични усещания в момента на облъчването.

Единственият начин да се установи наднормено съдържание на радионуклиди е организиране и изпълнение на мониторингови програми, включващи измервания на място, пробовземане и извършване на радиологични анализи на проби въздух, атмосферни отлагания, води, храни, растителност, почви, дънни утайки и други.. Наблюденията на радиационните параметри в основните компоненти на околната среда са непрекъснати и периодични и се извършват с цел осигуряване на актуална информация за държавните и местни органи на управление и обществеността.

Изпълнението на програмата за радиологичен мониторинг, нейното изграждане и развитие е основано както на националното, така и на европейското и световно законодателство в областта на опазване на околната среда, радиационната защита и ядрената безопасност.

Използвана литература:

1. Ангелова М., Йонизирани лъчения. Приложения, защита и контрол, Техника, София, 1990 г.;
2. Василев Г., Радиоекология, Тита консулт, София, 2005 г.;
3. Военно издателство, Учебник по специална подготовка на химическите войски, София, 1989 г.;
4. Димитров Б. Специална подготовка за ядрена, химическа и биологическа защита – Монография – ISBN 978-954-753-286-1, 77 стр.;
5. Долчинков Н. Т., Развитие на националната автоматизирана система за непрекъснат контрол на радиационния гама-фон, Годишна научна конференция на НВУ, В. Търново, 2016 г.;
6. Долчинков Н. Действия на населението при извънредни ситуации. Монография, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски”, 2020 г, ISBN 978-954-753-306-6;

7. Долчинков Н., Оптимизация уведомления населения в случае радиоактивного загрязнения, LAP LAMBERT Academic Publishing RU, ISBN 978-613-9-45350-4, Mauritius, 2019;

8. Пъдарев, Н. И., Елементи от природната среда за радиационна защита при военни операции. Сборник доклади от Годишната университетска научна конференция на НВУ „Васил Левски”, ВТ, 2017, том 2, с. 101 – 106;

9. Харалампиев М., Долчинков Н., Контролът на радиоактивното замърсяване – важен фактор за ядрената сигурност на България, Годишна университетска конференция на НВУ „В. Левски”- гр. В. Търново – юли 2014 г. ISBN 1314-1937 т.4 стр.164-175.

Адрес за кореспонденция:

Ст. серж. Николай Стефанов Арабов, НВУ „В. Левски”, отделение ССД Пловдив, e-mail: nikiar@abv.bg

ИЗПОЛЗВАНЕ НА РАДИОАКТИВНИ ЧАСТИЦИ И ИЗОТОПНИ ЧАСТИЦИ В МЕДИЦИНСКАТА ДИАГНОСТИКА

Адриана Койнакова

USE OF RADIOACTIVE PARTICLES AND ISOTOPIC PARTICLES IN MEDICAL DIAGNOSTICS

Adriana Koynakova

Abstract: Radioactivity is essentially the conversion of atomic nuclei into other nuclei, accompanied by the release of various particles and electromagnetic radiation. The pathways for the course of radioactive processes and the nature of ionizing radiation are shown. Ionizing radiation is used in three major areas of medicine: radiology, radionuclide diagnostics and radiation therapy. The principle of operation of various medical devices is described - computer tomograph, nuclear magnetic resonator and others.

Key words: computer tomograph, ionizing radiation, isotopic, nuclear magnetic resonator, medicine, radiology, radionuclide diagnostics, radiation therapy, radioactivity,

Увод

Радиоактивността е превръщането на атомните ядра в други ядра, придружени от отделянето на различни частици и електромагнитно излъчване [2]. Оттук и името на явлениято: на латински, радио-излъчване, *activus* – ефективно. При разпадането на нестабилно ядро – радионуклид, една или няколко високоенергийни частици излитат от нея с висока скорост. Потокът от тези частици се нарича радиоактивно излъчване или просто радиация. Ядрото на атома съдържа протони и неутрони. Някои атоми от един и същ химически елемент обаче могат да имат различен брой неутрони, давайки така наречените изотопи на този елемент. Повечето от елементите имат стабилни и радиоактивни изотопи [1,4]. Радиоактивните изотопи на елемента се използват като индикатори в медицински, биологични и промишлени изследвания за получаване на информация за физични и механични процеси [7].

Радиоактивните изотопи (радиоизотопите) са изотопи на някои химични елементи, които се характеризират с излишък на енергия в ядрата

си, което води до спонтанно радиоактивно разпадане. При разпадането си, ядрото излъчва гама-лъчи и/или други елементарни частици [5].

Има няколко различни механизма за образуване на радиоактивните изотопи:

Първият е космогеничният, при който се произвеждат т.нар. първични радиоактивни изотопи. При него, радиоактивните изотопи се произвеждат в ядрата на звездите, при термоядрения синтез. Все още се откриват запаси от така образуваните изотопи (например уран), понеже техните периоди на полуразпад са изключително големи.

Вторият важен механизъм са вторичните радиоактивни изотопи, които са продукт на радиоактивното разпадане на първичните радиоизотопи. Други радиоизотопи, като ^{14}C , се образуват при бомбардирането на горните слоеве на атмосферата от космическите лъчи. Въпреки сравнително малките им периоди на полуразпад, те не са рядкост в природата, понеже запасите от тях се попълват непрекъснато. Дъщерните радиоизотопи са радиоизотопи, които се срещат в природата, но в минимални количества. Те имат много кратък период на полуразпад и са много по-силно радиоактивни, в сравнение с естествените радиоизотопи, от които са получени. Дъщерните радиоизотопи се срещат, само защото са постоянно възобновявани в Земята, вследствие на природни процеси. Такива процеси са алфа- и бета-разпадът на естествените радиоизотопи – ^{235}U , ^{238}U , ^{232}Th , спонтанното делене на ^{238}U и процесите на ядрена трансмутация, предизвикани при естествената радиоактивност – производство на ^{239}Pu , ^{99}Tc https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%B8_%D0%B8%D0%B7%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%B8 - cite_note-Cigar-1 и ^{236}U при неутронно поглъщане от естествения уран.

Радиоизотопите се използват основно по две причини: те са източник на електромагнитни вълни и заради химичните им свойства. Радиоизотопи на добре познати елементи могат да се използват и като маркери, понеже повечето радиоизотопи са с близки свойства до нерадиоактивните изотопи. Например, за да се изследва начина по който растенията взаимодействат с въглеродния диоксид, може да се използва въглероден диоксид, в който състав влиза радиоактивен въглерод. Частите от растенията, които взаимодействат с въглеродния диоксид, са слабо радиоактивни [3].

В медицината, радиоизотопите се използват при диагностиката, лечението и научните изследвания. Взаимодействието на различни органи със слабо радиоактивни изотопи дава диагностична информация и друга информация за човешката анатомия и функцията на определени органи. Радиоизотопите са обещаващ метод, използван при лечението на различни видове рак, с облъчване на туморите [9]. Хирургическите инструменти се стерилизират с мощно гама-лъчение. Около един от двама души в западния

свят са се възползвали от напредъка на ядрената медицина. В биохимията и генетиката, радиоактивните изотопи са маркери, позволяващи да се наблюдават различни биологични процеси, като преноса на аминокиселини и репликацията на ДНК.

Йонизиращите лъчения

Йонизиращата радиация представлява частици и електромагнитни вълни, които преминавайки през веществата ги йонизират [6]. Това може да доведе до увреждане на клетките в живата материя и да предизвиква вредни ефекти.

Йонизиращите лъчения се използват в три големи направления в медицината: рентгенология, радионуклидна диагностика и лъчелечение.

I. Рентгенологията включва три метода, които се различават главно по начина за получаване на диагностичния образ.

1) При рентгеновата графия преминалото през тъканите рентгеново лъчение формира върху преобразувателя на образа (рентгеновия филм или дигиталния детектор) стационарен двумерен сянков образ на структурите на човешкото тяло.

2) При рентгеновата скопия образът се визуализира върху екрана на монитор чрез рентгенов електроннооптичен преобразувател и телевизионна камера. Това дава възможност за динамично изследване на процеси и патологични изменения.

3) При компютърната томография детайлен образ в трансверзален срез на тялото се получава с помощта на компютър, който обработва голям масив от данни (числени стойности) за интензитета на преминалото през тъканите рентгеново лъчение. За получаване на пълна информация за изследвания орган е необходимо той да се скенира в множество трансверзални срезове на определено разстояние между тях.

Според целта рентгеновите изследвания са диагностични (за потвърждаване или отхвърляне на хипотеза за определено заболяване, за проследяване на развитието на вече доказано заболяване и на резултата от лечението), профилактични (за ранно откриване на социалнозначими заболявания при определен контингент от населението, като рак на млечната жлеза, туберкулоза и др.) и интервентни (за визуализация в кардиологията, ортопедията, ендоскопията, екстракорпоралната литотрипсия и др.). Интервентната рентгенология навлиза все по-широко в диагностиката и лечението на редица сърдечно-съдови, неврологични и други тежки заболявания [10].

Друга област на рентгенологията е остеоденситометрията – определяне на плътността на костите чрез облъчване с рентгенови лъчи. Това дава обективна информация за съдържанието на хидроксиапатита в костите – мярка за техните механични свойства.

II. Радионуклидната (радиоизотопната) диагностика е метод, при който се използват радиофармацевтици – химични съединения, съдържащи изкуствени радионуклиди. Радионуклидните диагностични методи са *in vivo* и *in vitro*.

1) При *in vivo* методите радиофармацевтикът се въвежда в тялото на пациента интравенозно, перорално или инхалационно. Радиофармацевтиците се избират според изследвания орган или система. Те се натрупват избирателно в тъканите или в патологични изменения в тях. Гама-лъчението, излъчвано от радиофармацевтика, се регистрира със сцинтилационни детектиращи системи.

Радионуклидните *in vivo* изследвания биват функционални и топографски. При функционалните изследвания диагностичната информация се получава чрез скоростта и степента на натрупване на радиофармацевтика, или чрез скоростта на неговото отделяне от организма, а при топографските – чрез разпределението му в изследваните органи и системи. Тази информация се представя в равнинен образ, наричан сцинтиграма.

При *in vivo* радионуклидните изследвания се използват радиофармацевтици с малък период на полуразпадане (^{99m}Tc , ^{131}I , ^{201}Tl , ^{18}F и др.). Фаворит между радионуклидите е ^{99m}Tc , защото той е „чист“ гама-излъчвател. *In vivo* радионуклидната диагностика се прилага за изследване практически на всички органи и системи – сърце, бял дроб, мозък, бъбреци, щитовидна жлеза, черен дроб, кости. Тя е водеща при диагностицирането на редица онкологични заболявания, както и при ранното откриване на метастази в костите.

2) При *in vitro* радионуклидните изследвания радиофармацевтикът се включва в биологичен субстрат от пациента, например кръвна плазма, серум, урина, стомашен сок и др. Радиоимунологичните методи имат висока чувствителност при определяне концентрациите на хормони, ензими, протеини, вируси, антитела и др.

III. Лъчелечението (радиотерапията) е един от трите основни метода за лечение на злокачествените заболявания. Самостоятелно или в комбинация с оперативното и медикаментозното лечение то се прилага при повече от половината от онкологично болните. Основава се на канцерицидният ефект на облъчването и на по-голямата лъчечувствителност на раковите клетки.

Методите за облъчване са обособени в три групи [11]. Най-широко разпространено е перкутанното (дистанционното) лъчелечение – външно облъчване от различно разстояние с рентгенови и гама-лъчи, както и с високоенергийно спирано лъчение (Х-лъчи) и ускорени електрони. Безспорен фаворит между радионуклидите, използвани в телегаматерапията (дистанционно облъчване с гама-лъчи) е радионуклидът

^{60}Co , а като източник на X-лъчи и електрони – медицинските линейни ускорители. Вътрекухинната и вътретъканната брахитерапия е облъчване от малко разстояние на тъкани и кухинни органи чрез въведени в тях закрити радиоактивни източници. Използват се гама- и бета-радиоактивни източници, най-често с ^{192}Ir , ^{137}Cs , ^{90}Sr . Метаболитната брахитерапия е лечение с радиофармацевтици, въведени в организма венозно инжекционно или орално. Този метод се използва за радикално или палиативно лечение при рака на щитовидната жлеза, на костите и др. Разпространени са радиофармацевтиците с ^{32}P , ^{89}Sr , ^{131}I , ^{186}Re . Световна тенденция през последните години е обединяването на методите за диагностика и лечение с радиофармацевтици – радионуклидната диагностика и метаболитната брахитерапия – в новото медицинско направление нуклеарна медицина.

Компютърна томография



Фиг. 1. Компютърен томограф

Компютърната томография е метод от образната диагностика в медицината, при който от множество рентгенови изображения на даден обект, заснети от различни ъгли, с помощта на компютърна обработка се получава тримерно изображение. Изследването се извършва на последователни срезове [11].

При стандартната рентгенова снимка тялото на пациента се облъчва от рентгенов източник (рентгенова тръба) и изображението се получава като проекция върху равнина (рентгенов филм). При това проектиране се губи информация за дебелината на обектите, а освен това не е възможно да се определи дали дадено светло място на снимката се дължи на

преминаването на лъчите през по-плътен материал (с по-голямо поглъщане) или през по-дебел обект.

При компютърната томография този проблем се решава като правят множество рентгенови снимки от различни положения около тялото на пациента и след това от тях с помощта на компютърни алгоритми се възстановява информацията за плътността на всеки елемент от обема. Както изображението от обикновените фотоапарати се състои от отделни пиксели, тук то се състои от т.нар. „воксели“ (т.е. „обемни пиксели“). Възстановяването на информацията за обемното разположение се нарича реконструкция.

Компютърната томография се използва в медицината, но също и в други специални области, например като неразрушаващ метод в археологията за изследване на мумии.

Един от недостатъците на компютърната томография е облъчването на пациентите с йонизиращо лъчение (рентгенови лъчи). Получената доза за едно изследване може да бъде 1000 пъти по-висока от тази при обикновена рентгенова снимка на белите дробове [8]. Въпреки това голямата диагностична стойност на този тип изследвания ги прави оправдани.

Компютърната томография може да се използва като:

Скринингов тест – за да се изключи или потвърди диагнозата на определени заболявания при рискови групи пациенти. Например КТ виртуалната колоноскопия (КТ колонография) се използва в скрининга за карцином или полип на дебелото черво;

КТ при спешни състояния – тежки наранявания, подозрение за мозъчен кръвоизлив, дисекация или аневризма на аортата, при остри увреждания на кухи или паренхимни органи и други;

КТ в рутинната диагностика – повечето КТ изследвания се извършват рутинно, за да се потвърди диагнозата или да се проследи развитието на болестния процес;

За мониторинг на резултатите от лечението – например проследяване на отговора към химиотерапия;

За извършване на терапевтични и диагностични процедури под контрола на компютърна томография – например пункция, вземане на материал за биопсия, минимално инвазивни туморни лечения и други;

За планиране на хирургични интервенции, оценка на резултатите от операцията – като например трансплантация на органи, диагностиката на следоперативни усложнения;

Компютърната томография се използва най-често за изследване на глава, шия, гръден кош, медиастинум, гръбначен стълб, корем, таз и крайници.

КТ на глава – показанията за извършването и са многобройни, но най-често включват: Травма на главата; Инсулт; Главоболие; Първоначална оценка на обем заемащи процеси; Припадъци; Виене на свят; Хидроцефалия; Вътречерепен хематом; Психични нарушения; Промени в зрението; Загуба на паметта;

КТ на шия – изследват се меките тъкани в шийния отдел. Компютърната томография дава информация за състоянието на ларинкса, подчелюстната жлеза, паротидната жлеза, слюнчена жлеза, щитовидната жлеза, фаринкса, трахеята и лимфните възли в областта на шията.

КТ на гръден кош (thorax) включва: — КТ на бял дроб - диагностика на заболявания на плеврата, белодробния паренхим и въздухоносните пътища. Оценка на първичен белодробен карцином или стадиране на метастази. Оценка на солитарен белодробен нодул (възел). Възпалително белодробно заболяване - пневмония, саркоидоза, ХОББ, бронхиектазии, азбестоза, пневмокониоза, кистозни заболяванията, пневмонит. Компютърно-томографската пулмонална ангиография (СТРА) се използва за диагностициране на белодробна емболия.

КТ на медиастинум – лимфом, тумор, аортна аневризма, дисекация или други;

КТ на сърце – за диагностициране на сърдечни или перикардни заболяванията – тумор, възпаление, перикарден излив. Скенерът може да се използва и за доказване на предполагаема коронарна болест на сърцето, за проследяване на поставен коронарен артериален байпас, за оценка на сърдечните клапи и други травми в торакалната област;

КТ на коремна област (abdomen) СТ сканирането е полезен метод в диагностиката на коремни заболявания. Прилага се при: Инфекции като апендицит, пиелонефрит, абсцеси, Възпалителни заболявания - улцерозен колит или болест на Crohn, панкреатит или чернодробна цироза, Рак на черния дроб, бъбреците, панкреаса, яйчниците и пикочния мехур, както и лимфом, Бъбречнокаменна болест, Абдоминална аортна аневризма, Наранявания на коремните органи - далак, черен дроб, бъбреци или други вътрешни органи, вследствие на травма;

КТ на гръбначния стълб, включва сканиране на шийния, торакалния и лумбалния отдел. Най-често се прави при нараняване на гръбначния стълб или при подготовка на операция. Костната структура и междупрешленните пространства се визуализират добре с СТ. Скенер на гръбначния стълб може да се направи при наличие на: Вродени малформации, Дискова херния, Сколиоза, Травма, Остеопороза, Спондилолистезия, Тумор;

КТ на крайниците – С метода се постига прецизна диагностика на всички видове доброкачествени и злокачествени тумори на костите. Компютърна томография на крайниците се извършва най-често при

фрактури и травми на костната система. Методиката е много информативна и при заболявания на тазобедрените стави и тазовия пояс.

По време на СТ сканирането трябва да се носи леко и удобно облекло. Препоръчително е да се отстранят всички бижута, метални предмети, очила и други, за да не повлияят качеството на изображенията. Необходимо е няколко часа преди изследването да не се приемат храна и течности, особено при предстояща томография на корема или малкия таз. Жените, при които се планирана компютърна томография, трябва да съобщят на рентгенолога, в случай че са бременни. В такъв случай се избира друг метод на изследване.

Метод на провеждане на изследването: Компютърната томография (СТ) се прави от лекар – рентгенолог и рентгенов лаборант. Изследването се извършва със специални апарати – томографи, които правят прослойни снимки - томограми. Апаратът за сканиране, наречен гентри, представлява голяма машина с отвор в средата, по форма наподобява геврек. През гентрито се плъзга маса - транспортър, на която лежи пациента. Апаратът заснема определена област от тялото на пациента. Чрез компютърна програма се осъществява реконструкция на образите като картина от последователни напречни (аксилани) срези [12].

В практиката се използват няколко вида компютърна томография:

Спирална компютърна томография - при нея, системата трябва - детектори се върти непрекъснато, докато масата с пациента се движи постъпателно, по този начин сканирането на обекта е по спирална траектория.

Многосрезовите КТ са последно поколение КТ, при които увеличеният брой детектори осигурява получаването едновременно на повече (от 4 до 64) успоредни среза. Това съкращава още повече времето на сканирането и позволява изследването на бързи динамични процеси, например в кардиологията.

Ползите от извършването на компютърна аксиална томография (КАТ) винаги трябва да бъдат преценени срещу възможните рискове. Компютърната томография е изследване, свързано с радиационно натоварване и затова се предполага, че съществува минимален риск за по-късно развитие на рак. Рискът се увеличава при многократно провеждане на компютърна томография. Изследването трябва да се извършва при ясни показания и да се избягва ненужно сканиране. Децата са по-чувствителни на радиация, в сравнение с възрастните. Количеството на излъчена радиация варира в зависимост от вида на скенера. Съвременната апаратура предоставя изображения с високо качество при възможно най-ниската доза на рентгеново облъчване. При някои пациенти въвеждането на контрастна материя може да предизвика странични ефекти - при прием на йоден

контраст през устата може да се появят разстройство, газове, спазми, гадене или други оплаквания.

При венозно инжектиране на контрастна материя може да се наблюдават следните нежелани реакции: Болка или зачервяване на мястото на убождането, Уртикария, анафилаксия, бронхоспазъм, оток на ларинкса и хипотония. Бъбречна недостатъчност - контрастът се елиминира през бъбреците и при пациентите с предшестващо бъбречно увреждане може да се влоши бъбречната функция (дори да се стигне до бъбречна недостатъчност, изискваща хемодиализа). Жени в лактация, на които е направена компютърна томография с въвеждане на контраст трябва да преустановят кърменето най-малко за 24 часа.

Резултати от проведеното изследване:

Получаването на образа при КТ се основава на пролъчването на изключително тънки слоеве от човешкото тяло, което обуславява получаването на фин срез без суперпониране (наслагване) на сенки от съседно лежащи органи.

Коефициентът на отслабване в определена точка от среза се представя чрез Хънсфилдови единици (HE).

Скалата на Хънсфилдовите единици е от минус 1000 (за въздух) до плюс 1000 (за кости), меките тъкани имат HE от минус 300 до минус 100, за водата HU=0.

Според плътностната характеристика изображенията на процесите биват:

Хиподензни – с по-ниска от нормалната плътност за даден орган;

Хипердензни – с по-висока плътност от нормалната;

Изодензни – с плътност, равна на нормалната;

Хетеродензни – с редуващи се участъци с по-висока и по-ниска плътност;

Хиподензните сенки се представят в черно, а хипердензните – в бяло (силна сянка).

Ядрено-магнитен резонанс

Ядрено-магнитния резонанс (ЯМР) е физически процес, при който атомните ядра (при човешкия организъм това са тези на водорода) в силно и неподвижно магнитно поле са раздвижени от по-слаби електромагнитни вълни. Това ги кара да произвеждат сигнал със специфична честота. Ядрено-магнитният резонанс се използва много често в радиологията и с помощта на силни магнитни полета, радио вълни и компютър успява да създаде точни изображения на вътрешното състояние на организма. Медицинска диагностика с ядрено-магнитен резонанс се практикува комерсиално от 1981 г.



Фиг. 2. Ядрено-магнитен резонатор

Апаратът за ЯМР най-общо представлява голяма цилиндрична тръба, в която са разположени цилиндрично оформен мощен магнит, втори радиочестотен магнит и скенер, записващ получената информация. В тръбата е поставена и работна маса, върху която пациентът ляга и плавно се плъзва навътре. Компютърната станция, която обработва получените изображения, се намира в отделна стая [9].

ЯМР не работи с високоенергийно електромагнитно излъчване, а с изкуствено генерирани магнитни полета. Всички тъкани на човешкото тяло съдържат различен процент вода, чиито молекули включват два положително заредени водородни атома (по същество протони). Когато човек влезе в мощното магнитно поле, протоните се подреждат по посока на магнитното поле.

Задейства се второ радиочестотно електромагнитно поле, което кара протоните да погълнат допълнителна енергия. След като бъде изключено второто поле, протоните освобождават тази енергия под формата на радиочестотно излъчване, което се регистрира от скенера. Позицията на протоните може да бъде контролирана чрез добавянето на допълнително електромагнитно поле. Тези допълнителни полета се получават от въртящи се бобини. Това позволява да се изгражда поредица от изображения както на цялото тяло, така и на отделни негови части.

И ядрено-магнитният резонанс, и компютърната томография създават изображения чрез така наречените „срезове“ – чрез сканиране на тялото. В единия случай това става с рентгеново лъчение, в другия чрез ядрено-магнитен резонанс, се получават точни снимки на поредни, напречни срезове на човешкото тяло. Те могат да бъдат с различна дебелина и с тяхна помощ може да се открият образувания. по-малки и от 1 мм.

Една от основните разлики между ядрено-магнитния резонанс и компютърната томография е това, че първият вид образна диагностика е по-подходящ за костни структури, проблеми с белите дробове, и откриването на различни видове рак. Вторият пък се ползва с предимството, че открива по-лесно и ефикасно проблеми с меките тъкани, например сухожилията и мозъка, и показва ситуацията в тялото с много повече детайли. Това е така, защото меките тъкани в тялото имат близка стойност на прозрачност към рентгеновите лъчения като тази на водата, което води до създаването на снимки с по-нисък и неясен контраст. Компютърната томография създава много контрастни изображения на твърди материи като кост и метал, благодарение на тяхната радиопрозрачност. Ядрено-магнитният резонанс принципно е създаден, за да снима протони. Като следствие от това успява да снима по-точно меките тъкани, тъй като те съдържат основно вода и мазнини, които пък от своя страна са в голяма част водород, един от най-често срещаните протони.

Друга важна разлика е наличието на радиация при компютърната томография. За едно изследване с този метод човек бива облъчен с от 2 до 10 милисиверта. Това е приблизително количеството радиация, което средно статическият човек получава за 4-5 години. По тази причина компютърната томография не се препоръчва за бременни жени или деца. Магнитно-резонансната томография, от друга страна, не излъчва никаква радиация.

Сред предимствата на компютърната томография пред ЯМР са това, че при първия метод тестът е сравнително по-бърз. Времето за самото сканиране е обикновено по-малко от минута. Цялото изследване приключва обикновено до 5-10 минути в зависимост от това коя част на тялото се снима и дали има нужда от предварителна подготовка и инжекция. В случай, че се налага орален прием на контрастно вещество, тестът може да продължи от 45 до 60 минути. По-краткото време за сканиране води до по-малка чувствителност към движения от страна на пациента. Тестовите с ядрено-магнитен резонанс отнемат от 15-20 минути до няколко часа (в зависимост от изследваната площ, обем и пр.). Следователно се изисква по-продължителна неподвижност от страна на пациента.

Важно предимство на компютърната томография, което не бива да се пренебрегва, е, разбира се, и цената. За едно и също изследване снимки с ядрено-магнитен резонанс обикновено струват около два пъти повече от тези с компютърна томография.

Компютърната томография е и по-комфортна за повечето пациенти, тъй като трае по-кратко. Единственото по-неприятно нещо, което може да усети пациент, е краткотрайно чувство за клаустрофобия (при по-старите модели с конструкция тип тръба). При магнитния резонанс повечето

пациенти изпитват различни нива на тревожност и умора. Те често са предизвикани от продължителния престой върху твърда маса и от клаустрофобия (също при по-старите модели с конструкция тип тръба).

Изследвания чрез четодите на компютърнатата томография може да се провеждат върху пациент с метални импланти. При ядрено-магнитния резонанс каквито и да е феромагнитни предмети може да предизвикат травма или изгаряне. Магнитно-резонансната томография не е препоръчителна и за хора с татуировки. И двата метода за образно диагностициране може да предизвикат проблеми при по-пълни хора, например над 150 кг, заради ограниченията на масите и техниката, които се използват.

Рентгенография за зъбите

Човекът е създал и изкуствени източници на радиация, които формират надфоново облъчване. Това са радиоактивни източници, рентгенови тръби, ядрени реактори, ускорители на заредени частици и др. Те се използват в медицината, индустрията, енергетиката, в научните изследвания и в бита. Най-голям дял от надфоновото облъчване на човека се пада на използването на йонизиращата радиация в медицината и най-вече на рентгеновите изследвания.

За какво служат рентгеновите лъчи? В стоматологията рентгеновите лъчи се използват за диагностика на заболявания и травми на зъбите и челюстите.

С помощта на рентгеновата снимка може да се определи:

- Броя, размера и разположението на зъбите
- Наличието на непоникнали или счупени зъби
- Наличието и степента на зъбен кариес
- Промени в костта при пародонтоза и остеомиелит
- Други аномалии в зъбите и челюстните кости

Как се получава рентгеновият образ?- Рентгеновите лъчи се получават в рентгеновата тръба, която е част от всеки стоматологичен рентгенов апарат [10].

Прлигат се два метода за изобразяване:

- Секторна рентгенография за зъбите (обикновена зъбна снимка).

По този начин се получава образ само на няколко зъба.

Има ли риск от рентгеново изследване?

Йонизиращите лъчения предават на тъканите на човешкото тяло енергия. Енергията, предадена от лъчението на единица телесна маса, се нарича погълната доза или само доза.

Рискът от увреждания е по-голям при получаване на по-голяма погълната доза.

При рентгеновите изследвания в стоматологията се използват много малки дози рентгеново лъчение.

Засега няма доказателства, че тези малки дози могат да предизвикат вредни ефекти за здравето.

Да сравним дозата при зъбните снимки с дозата от някои други рентгенови изследвания, както и с дозата, която всеки човек получава за определен период от време от природния радиационен фон:



Фиг. 3. Образна (панорамна) рентгенография на зъбите и челюстите.



Фиг. 4. Панорамна рентгенография на зъбите и челюстите.

Малък или голям е този риск?

- Всеки човек може да се разболее от рак, дори никога да не му е правено изследване с рентгенов апарат. Рентгеновите изследвания добавят много малко към този риск.
- Изчислено е, че рентгеновите изследвания на зъбите и челюстите създават риск за фатално заболяване при един на милион изследвани пациенти.

Таблица 1 Облъчване при рентгеново изследване

Рентгеново изследване	Еквивалентен период на облъчване от природния фон
Секторна рентгенография на зъби	1,2 дни
Панорамна снимка на зъбите и челюстите	1,5 - 5 дни
Рентгенография на белите гробове	3 - 10 дни
Рентгенография на череп	11 дни
Рентгенография на лумбални прешлени	7 месеца
Венозна урография (изследване на бъбреците)	14 месеца
Контрастно изследване на стомаха	16 месеца
Иригография (изследване на дебелото черво)	3 години
Компютърна томография на глава	1 година
Компютърна томография на гръден кош	3,6 години
Сърдечна катетеризация, коронарна ангиография, коронарна ангиопластика	над 6 години

Струва си да поемете съществуващия минимален риск, ако изследването ще помогне навреме и точно да се постави диагноза на заболяването.

Стоматологът ще прецени дали е необходима рентгенова снимка и от какъв тип трябва да бъде тя. Важно е да бъде предпазена щитовидната жлеза и това се постига с поставянето на защитно покритие. При панорамна снимка трябва да бъдете облечени със защитна престилка и по този начин тялото ви ще бъде предпазено от облъчването [11].

Деца са два пъти по-чувствителни към облъчването от възрастните.

- Стоматологът трябва много внимателно да прецени дали наистина е необходимо да се направи зъбна снимка на детето.
- Рискът от облъчване при зъбните снимки е много по-малък от опасността да не бъдат открити и лекувани навреме проблемите със зъбите на детето.
- Щитовидната жлеза и половите органи на Вашето дете ще бъдат защитени със специални защитни покрития.

Изследването на костна плътност



Фиг. 5. *Изследване на костната плътност*

Изследването на костна плътност (дензитометрия, денситометрия) е неинвазивен метод за оценка на риска от развитие на остеопороза. Използват се специални рентгенови изследвания, скенер (компютърен томограф) или ултразвук за измерване на плътността на костите. С напредването на възрастта се губи известно количество костна маса. Костите стават по-малко плътни, по-порьозни (с повече пори) и намалява нивото на калция и другите минерали. Този процес може да доведе до остеопения (намаляване на плътността на костите) и да бъде причина за повишаване на риска от възникване на счупвания (фрактури). Фрактури настъпват на най-натоварените кости, като най-често това са шийката на бедрената кост и прешлените. С напредването на загубата на костна плътност остеопенията преминава в остеопороза. В България между 20-25% от жените и 15-16% от мъжете над 50 г. възраст страдат от остеопороза.

Съществуват няколко различни метода за изследване на костна плътност:

➤ Двойно енергийна рентгенова абсорбциометрия (Dual-energy X-ray absorptiometry, DEXA). Това е най-точния метод за измерване на костна плътност. Измерва се костната плътност на гръбначния стълб и тазобедрената става. Колкото по-плътна е една кост, толкова по-малко рентгенови лъчи преминават през нея. С помощта на това изследване може да се установи загуба на костна плътност дори по-малка от 2%. При това изследване се използва много малко количество радиация.

➤ Единична енергийна рентгенова абсорбциометрия (Single-energy X-ray absorptiometry, SXA) може да се използва за измерване на костната плътност на петата или предмишницата.

➤ Периферна двойно енергийна рентгенова абсорбциометрия (Peripheral dual-energy X-ray absorptiometry, P-DEXA): P-DEXA е

разновидност на DEXA. При това изследване се измерва костната плътност на костите на ръцете или краката, но не се измерва костната плътност на костите, които са с повишен риск от фрактури — тези на гръбначния стълб и тазобедрената става.

➤ Двойно фотонна абсорбциометрия (Dual photon absorptiometry, DPA): При това изследване се използват радиоактивни субстанции. Може да се измери костната плътност на гръбначния стълб и тазобедрената става. Използват се много ниски дози радиация.

➤ Количествена компютърна томография (Quantitative computed tomography, QCT): Това изследване е разновидност на компютърната томография, при което се изследва се костната плътност на гръбначния стълб. Това изследване се провежда рядко, то е скъпо, използват се повисоки дози на радиация и е с по-малка точност от DEXA, P-DEXA и DPA.

➤ Ултразвуково изследване: Използват се ултразвукови вълни и се измерва костната плътност в различни участъци — най-често в областта на петата. Не се използва радиация. Изследването е безболезнено и бързо и с него може само да бъде открит проблем [12].

По време на измерване на костната плътност експозицията (излагането) на радиация е много ниска. При измерване на прешлени или бедрена шийка се използва много ниска доза рентгенови лъчи — около 1/30 от радиацията от стандартната рентгенова снимка на бял дроб.

Заклучение

Радиоактивност е превръщането на атомните ядра в други ядра, придружени от отделянето на различни частици и електромагнитно излъчване. При разпадането на нестабилно ядро - радионуклид, една или няколко високоенергийни частици излитат от нея с висока скорост. Потокът от тези частици се нарича радиоактивно излъчване или просто радиация. Ядрото на атома съдържа протони и неутрони. Някои атоми от един и същ химически елемент обаче могат да имат различен брой неутрони, давайки така наречените изотопи на този елемент. Повечето от елементите имат стабилни и радиоактивни изотопи. Радиоактивните изотопи на елемента се използват като индикатори в медицински, биологични и промишлени изследвания за получаване на информация за физични и механични процеси. Могат да се използват за сканиране на мозъка и костите, лечение на рак и използване на радиоактивни елементи за наблюдение на хормоните и други химични съединения в организмите.

В малки дози радиоактивността може да бъде полезна и да лекува, но всяко едно облъчване трябва да бъде добре премерено, да не се прекалява, т.к. може да доведе до негативни последици.

Използвана литература:

1. Димитров Б., Проблеми и перспективи на обучението в областта

на ЯХБЗ в НВУ „Васил Левски“, Годишник на НВУ „Васил Левски“ част 1, 2019 година, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски“ В.Търново, ISBN 1312-6148, стр. 235-243;

2. Долчинков Н., Оптимизация уведомления населения в случае радиоактивного загрязнения, LAP LAMBERT Academic Publishing RU, ISBN 978-613-9-45350-4, Mauritius, 2019;

3. Николов Н., Комбинирано и комплексно въздействие на токсични химически вещества върху живи организми, Годишник на НВУ „В.Левски“ 2017 година, стр.202-206, ISSN 1312-6148;

4. Долчинков Н., Б. Караиванова-Долчинкова, Влияние на радиацията върху човека и околната среда, Научни трудове на съюза на учените- Пловдив. Серия: Медицина, фармация и дентална медицина, Издателство: Съюз на учените в България- град Пловдив, ISSN: 1311-9427, стр. 152-156

5. Dolchinkov, N., B. Karaivanova-Dolchinkova, Radiation effect on human and living nature. International scientific journal: Science. Business. Society 5. 2016. стр. 59-61;

6. Dolchinkov, N., State of the population disclosure systems in the changing radiation situation in Bulgaria, 12th International Scientific and Practical conference Environment. Technology. Resources. ISBN 1691-5402, Vol 1, 20-22.06.2019 г. Резекне, Латвия, стр. 54-58;

7. Dolchinkov, N., N. Nichev, Characteristics of radiation. Revista. Sibiu. Rumania. no.2 (82). 2016, стр. 184-189;

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.https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%B8_%D0%B8%D0%B7%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%B8

10.<https://medpedia.framar.bg/%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8-%D0%B8%D0%B7%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8E%D1%82%D1%8A%D1%80%D0%BD%D0%B0-%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%8F-%D0%BA%D1%82>

11. <https://otgovori.info/ionizirashti-lachenia-v-medicinata/>

12. <https://raidentbg.com/rentgenovi-snimki/>

Адрес за кореспонденция:

Мл. серж. Адриана Василева Койнакова, НВУ „Васил Левски“, Велико Търново, България, под. Г. Оряховица,; E-mail: adenceto@abv.bg

ИЗПОЛЗВАНЕ НА УЛТРАЗВУК ВЪВ ВОЕННОТО ДЕЛО

Ирена Минчева

USE OF ULTRASOUND IN MILITARY AFFAIRS

Irena Mincheva

Abstract: *The main characteristics of ultrasound, how it affects people and the environment are presented. The characteristics of ultrasound propagation in different environments are considered in detail. The use of ultrasound in medicine, economics and military affairs is presented. The use of ultrasonic cannons, sonar and sonar devices is described.*

Key words: *economics, medicine, military affairs, sonar, sonar devices, ultrasound, ultrasonic cannons.*

Увод

Най-разнообразни звуци изпълват всеки момент в пространството около нас. Благодарение на една част от тях става обмен на информация между хората (посредством говора и слуха). Чрез звуци обменят информация помежду си и някои животни [10]. По звуците много често хората и животните се ориентират в околната среда и се предпазват от опасности.

Една от основните характеристики за звука е неговата честота. Честота на звука е равна на честотата на трептене на неговия източник, т.е. е на броя на пълните трептения, които прави този източник за единица време [4, 6]. Тялото прави едно пълно трептене, когато се отклони от равновесното си положение в едната посока, след това в другата посока и отново достигне до първоначалното си равновесно положение. Единицата, с която се измерва честотата на звука се нарича херц. Честотата на звука ще бъде един херц, когато частиците, в която се разпространява този звук, извършват по едно пълно трептене за една секунда. Когато всяка една от тези частици извършва по 100 трептения за една секунда, казваме, че звукът е с честота 100 херца.

Колкото честота на звука е по-голяма, толкова по-голяма е неговата височина и ние казваме, че този звук има по-висок тон. Колкото размерите на едно трептящо тяло са по-малки, толкова по-висок тон издава то при

трептенето си. Така например трептящите метални пластинки в устната хармоника са по-къси в този край, в който при духане тя издава по-високи тонове.

Ултразвук - основни положения

Човешкото ухо може да чува само звуците, чиято честота е по-голяма от 16 херца е по-малка от 20000 херца. Звуците с честота под 16 херца се наричат инфразвук, а с честотата над 20000 херца-ултразвук. Тези звуци ние не чуваме.

Звукът е форма на енергията, състояща се от механични трептения с различна честота. Доловимият от човешкия слухов анализатор звук е с честота от 20 до 20 000 Hz. Звукът с по-голяма честота се нарича ултразвук [9]. В медицинската диагностика се използва ултразвук с честота от 1 до 10 MHz (мегахерца).

В основата на всички ултразвукови апарати е познатият от физиката пиезоелектричен ефект. Определени материали имат качеството да променят своите размери, когато са поставени в едно електрическо поле (т. е. превръщат електрическата енергия в механична – обратен пиезоелектричен ефект, както и да генерират електрическо напрежение, когато са обект на механична деформация [7]. Това означава, че при получаване на механични трептения те могат да ги превърнат в електрическа енергия (прав пиезоелектричен ефект). Пиезоелектричният ефект може да се получи с редица естествени кристали — например кварц. В ултразвуковите апарати за тази цел се използват синтетични керамични материали - например бариев титанат и оловен цирконат титанат. Пиезоелектричните кристали, генериращи ултразвука, са разположени в трансдучера — тази част от апарата, която се поставя върху кожата на пациента. Така произведеният ултразвук се насочва в тялото.

Кристалите в трансдучера работят на принципа на пулсовата ехотехника.

При възбуждане на кристалите от електрически импулс с много кратка продължителност (около $1\mu s$) настъпва синхронна промяна в тяхната дебелина и се генерират механични трептения (ултразвук).

В повечето системи пулсовата честота не се контролира от оператора и е фиксирана — около 1000 пулса за секунда. Тъй като всеки пулс е дълъг около $1\mu s$, системата е способна да приема в 99,9 % от времето между пулсовете. Трансдучерът излъчва ултразвук само за около 0,1 % от времето.

Максимална амплитуда на осцилациите на кристала се получава, ако електрическото възбуждане се прилага във фаза с естествена честота на материала, което се определя главно от неговата дебелина. Извън времето на излъчване на ултразвука към тялото на пациента трансдучерът работи

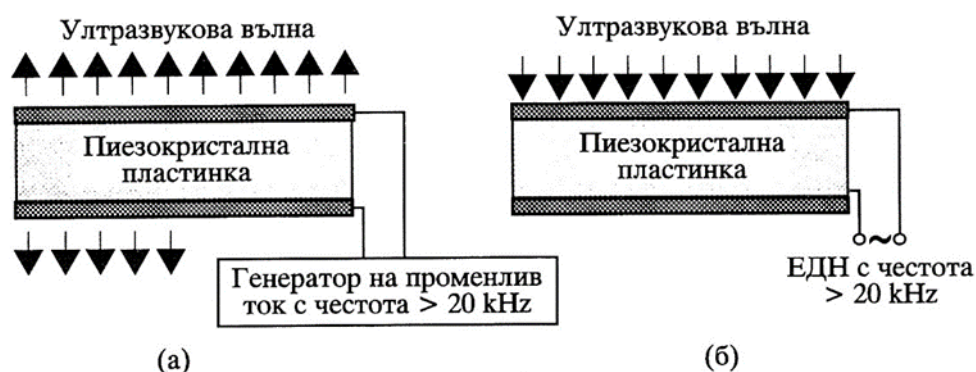
като приемател на отразените ултразвукови вълни и ги преобразува в електрическа енергия.

Ултразвуковата диагностика се основава на изобразяването и анализа на отразените ултразвукови вълни от структурите в човешкото тяло, към които е бил насочен произведеният от трансдюзера ултразвук. Затова често като синоним на ултразвуковата диагностика се използва терминът ехография, т. е. изписване (изобразяване) на ехото [1, 2]. В трансдюзерите се използват едновременно както правият, така и обратният пиезоелектричен ефект.

Една от особеностите на ултразвуковите вълни е, че могат да се разпространяват във вид на тесен сноп лъчи. В сравнение с понискочестотните звуци, ултразвук се поглъща по-силно от веществото.

Ултразвукът се разпространява във флуидите и биологичните тъкани като надлъжни вълни. Ето защо в тях се създават области на редуващи се свивания и разширения, в които локалното налягане се изменя в широки граници. При течностите това води до получаване и последващо унищожаване на множество мехурчета. Явлението се нарича кавитация. В местата на кавитационните мехурчета се образуват разнообразни високо-реактивоспособни йони и свободни радикали. При взаимодействието на тези високоенергетични частици се отделя светлина, известна под името кавитационна луминесценция.

Ултразвук се генерира с помощта на специални устройства, действието на които е основано на свойството на някои тела да променят геометричните си размери под действие на електрично или магнитно поле.



Фиг. 1. Генериране (а) и детектиране (б) на ултразвук на базата на обратен и прав пиезоелектричен ефект

От първият вид са генераторите, основани на обратния пиезоелектричен ефект. Те се състоят от пиезоелектрична пластинка, изрязана по подходящ начин от кварцов кристал, кристал от сегнетова сол или керамика от бариев титанат. На двете повърхности на пластинката са нанесени електроди - фиг. 1.(а). Ако с помощта на електродите и ултразвуков генератор върху пиезокристалната пластинка се приложи

променливо електрично поле, тя започва да трепти и да излъчва в околното пространство звукови вълни с честота, равна на честотата на променливото електрично поле [3]. Излъчващата способност е особено голяма, ако честотата на променливото електрично поле съвпадне с механичната резонансна честота на пластинката. Описаният ефект е известен като обратен пиезоелектричен ефект. Ако изключим генератора- фиг. 1. (б) и на пластинката действаме със сила на сгъване, например чрез натиск или чрез попадащ върху нея ултразвуков поток, на двата електрода на пластинката се получава електродвижещо напрежение, изменящо се във времето по същия закон, по който се е променяла създаващата го деформация. Този ефект се нарича прав пиезоелектричен ефект. Правият пиезоелектричен ефект се използва за регистрация (детекция) на ултразвукови вълни.

Ултразвук може да бъде генериран и на базата на магнитострикционния ефект. Той се състои в това, че цилиндрични пръчки от някои феромагнетици (най-често от М), когато са поставени в променливо магнитно поле, изменят дължината си в такт с магнитното поле. Ако променливото магнитно поле има честота $>20 \text{ kHz}$ това води до излъчване в околното пространство на ултразвукови вълни.

Ултразвук може да бъде получен и с помощта на специални свирки, сирени и др. Всички те обаче нямат съществено значение за медицината. Съществуват и естествени източници на ултразвук. Такива са прилепите, делфините, комарите и др. Ултразвукови компоненти има звукът на водопадите, вълните, вятъра и т.н. Ултразвук се получават и при работа на някои машини.

Характеристики на ултразвука

Механичните вълни, излъчвани от активирания трансдуцер, при контакт с дадена среда предизвикват осцилации на най-близко стоящите частици. Така се създават зони на сгъстяване и разреждане (фиг. 2). Поради силите на вътрешно сцепление между частиците на средата всяко изместване на частиците създава пропорционална сила, която ги връща в предишното положение. Така частиците трептят около едно средно положение, без да се движат в средата [5]. Създадените от техните осцилации зони на сгъстяване и разреждане се разпространяват в средата до активирания трансдуцер.

Честотата на ултразвука (f) представлява броят на осцилациите за секунда.

Периодът на вълната (T) е времето, необходимо за извършване на една пълна осцилация, или $f = \frac{1}{T}$.

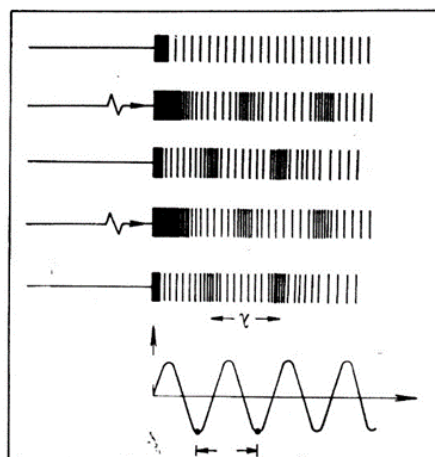
Дължината на вълната (λ) на ултразвука е разстоянието между частиците в заобикалящата среда, които имат еднаква амплитуда на трептене (вж. фиг. 1).

Скоростта на ултразвук (C) е скоростта, с която трептенията се разпространяват в определена среда. Честотата на ултразвука, дължината на вълната и скоростта са свързани:

$$C = f \cdot \lambda, \text{ или } \lambda = \frac{C}{f}$$

Например ултразвук с честота 2 MHz в меко-тъканните структури на тялото (скорост 1540 m/s) ще има дължина на вълната около 0,77 mm. При друга честота на ултразвука дължината на вълната се променя:

Честота на ултразвука (MHz)	Дължина на вълната (mm)
1,6	0,94
3,5	0,43
5,0	0,30
7,5	0,20
10,0	0,15



Фиг. 2. Разпространение на вълните. Промените в размерите на кристала в активирания трансдуцер предизвикват периодичен натиск върху частиците на средата, с която той се намира в контакт. Вследствие на натиска частиците трептят и се създават зони на сгъстяване и на разреждане. Така зоните на компресия и зоните на разреждане се разпространяват в средата

Скоростта на ултразвук зависи едновременно от еластичността и плътността на средата. При по-голяма еластичност на средата връзката между молекулите е по-тясна [8]. При по-плътен материал скоростта при дадена еластичност на средата е по-ниска. Скоростта на ултразвук в някои среди и органи е дадена на табл. 1.

Други съществени параметри на ултразвук са силата и интензитетът. Интензитетът се измерва във W/ sm^2 и означава потокът на енергията за 1 s през $1 sm^2$ перпендикулярно на посоката на разпространение. При по-голям интензитет на ултразвук се получава по-голямо налягане върху средата, съответно по-голяма амплитуда на частиците (A). Макар и свързани, силата и интензитетът на ултразвук не са равнозначни. Силата се определя като време, за което е извършена дадена работа. Силата на ултразвук се изчислява чрез степента на протичане на енергията през цялата площ на напречния срез на лъча: Силата на ултразвук = интензитета на ултразвук (W/ sm^2). напречния срез на лъча (sm^2).

Промяна на интензитета на ултразвука е възможна чрез промяна на напречния срез на лъча (например чрез фокусиране на ултразвуковия лъч) или на неговата сила.

Таблица 1. Скорост на ултразвука в биологични среди

Среда	Скорост (m/s)
Масна тъкан	1450
Меки тъкани на човек (средна стойност)	1540
Мозък	1530
Черен дроб	1550
Кръв	1570
Кост	3600
Вода	1492
Въздух	331

В ултразвуковата диагностика се измерват разликите в интензитетите или амплитудите на лъчите. Тъй като тези разлики могат да бъдат много големи, се използва логаритмична скала, а единицата за измерване на съотношението на интензитетите се нарича децибел (dB). Броят на децибелите е равен на 10 пъти логаритъма на отношението на двата интензитета:

$$dB = 10 \cdot \log \frac{I_1}{I_2}$$

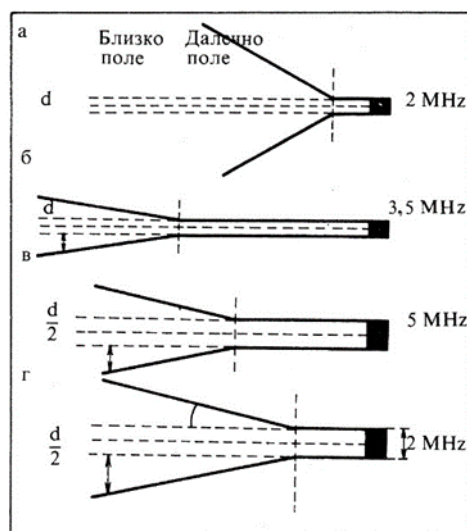
I_1 може да бъде максималният интензитет на генерирания от трансдучера падащ ултразвуков лъч, а I_2 – интензитетът на връщащите се ултразвукови вълни (ехо). Когато е необходимо да се сравнява силата на отразения ултразвук от органите в тялото със силата на падащия ултразвуков лъч, по-добре е да се измерват техните амплитуди, отколкото съответните интензитети. Тогава броят на децибелите се определя по формулата:

$$dB = 20 \cdot \log \frac{A_2}{A_1}$$

Ултразвуково поле

Ако ултразвукът се генерира от трансдучер с диаметър значително по-широк от дължината на вълната (например при трансдучер с честота 2 MHz дължината на вълната е около 0,77 mm), излъченият ултразвуков лъч ще има цилиндрична форма. На фиг. 2 (а, б, в, г) е представен схематичен образ на лъча от нефокусиран трансдучер с честота 2 MHz. Както се вижда, лъчът се състои от близко поле (near field), което е с почти цилиндрична форма, и далечно поле (far field), при което има дивергенция на лъчите. Големината на близкото поле (N) се изчислява чрез квадрата от радиуса на кристала (r^2), разделен на дължината на вълната λ .

$$N = \frac{r^2}{\lambda}$$



Фиг. 3. Поле на ултразвуковия лъч. Върху геометрията на лъча влияят диаметърът на кристала (d) и честотата на ултразвука: а, б — при увеличаване на честотата близкото поле се увеличава и дивергенцията на лъчите намалява, а, г — при намаляване на диаметъра и запазване на честотата близкото поле се скъсява, в — при малък диаметър и висока честота близкото поле е най-голямо

Ъгълът на дивергенцията на лъчите (Q) се определя по формулата:

$$\sin Q = 1,22$$

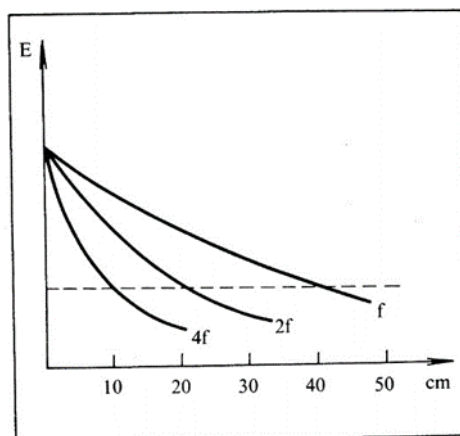
При ултразвуковата диагностика е необходимо да се използва ултразвуков лъч с минимална ширина, тъй като се подобрява разделителната способност (резолюцията) на апарата. При определена честота на ултразвука намаляването на диаметъра на трансдюзера ще намали ширината на лъча, но това ще намали и дължината на близкото поле и ще увеличи дивергенцията в далечното поле (вж. фиг. 3). Подобряване на качеството на ултразвуковия лъч може да се постигне чрез фокусиране на трансдюзера. Повечето от съвременните апарати имат фокусирани трансдусери, а някои и възможности за промяна на зоната на фокусиране в дълбочината на тялото.

Всеки трансдучер има най-добра разделителна способност и най-добра възможност за фокусиране на ултразвуковия лъч в границите на близкото поле.

Отслабване на ултразвука

При преминаването през дадена среда ултразвукът намалява своя интензитет, което води до неговото отслабване. Това се дължи на феномени като разсейване, абсорбция, отражение, пречупване и лъчева дивергенция. Абсорбцията на ултразвуковата енергия от средата, в която ултразвукът се разпространява, зависи от характеристиките на тази среда (еластичност и плътност), както и от честотата на използвания ултразвук. При по-голяма честота се абсорбира по-голяма част от енергията (фиг. 4).

Ето защо абсорбцията ограничава дълбочината на проникване на ултразвука и поставя една от дилемите в ултразвуковата диагностика: високата честота (следователно малка дължина на вълната, тъй като) подобрява разделителната способност и осигурява по-добра картина с повече детайли на изследвания обект. В същото време обаче това намалява дълбочината на проникване на ултразвука. Честотата на използвания ултразвук е фиксирана, непроменлива и се определя от трансдюзера на апарата. Изборът на трансдюзера се определя от намирането на оптимално отношение между разделителната способност и дълбочината на проникване на ултразвука.



Фиг. 4. Отслабване на ултразвуковата енергия (E) в зависимост от честотата на ултразвука (f) в една и съща среда

Приложение

Ултразвукът има приложение в медицината, промишлеността и военното дело. Работата с ултразвукови апарати е сравнително безопасна в сравнение с останалите методи за работа с енергийни източници с насочена енергия. Честотата се подбира в зависимост от размера на обектите и необходимостта от проникване в дълбочина. В редки случаи е възможно при някои хора високата честота да предизвика слухов дискомфорт [11].

Типичните диагностични ултразвукови скенери работят в честотния диапазон от 2 до 13 MHz. По-мощни ултразвукови източници могат да затоплят локално определени тъкани и това намира приложение във физиотерапията. Фокусирани ултразвукови източници могат да бъдат използвани за разбиване на камъни в бъбреците или за лекуване на перде на окото. С помощта на ултразвуковия метод ехография може да се визуализират мускули и меки тъкани и по този начин да се откриват вътрешни заболявания. Скоростта на разпространение на вълната в меките тъкани е 1540 m/s. Акушерски ехографи обикновено се използват за

наблюдение на плода по време на бременност. Ултразвукови почистващи апарати се използват и при зъболечението за отстраняване на зъбен камък.

В промишлеността ултразвукът се използва широко за регистриране и оценка на различни дефекти и нередности в изделията. Поради сравнително високата си себестойност, методът се прилага основно при много отговорни изделия. Той е един от основните методи, прилагани в конвенционалния безразрушителен контрол наред с радиографията, магнитно-праховите методи, методите с проникващи течности и метода с вихрови токове. Честотите на използваните ултразвукови вълни са най-често от порядъка на 1 – 20 MHz. Прилагат се методи за премахване на примеси от стопилките на метали и подобряване на тяхната структура.

За ултразвуково почистване се използва ултразвук с честота 20 – 40 kHz – в бижутерията, оптиката, за почистване на часовници, зъболекарски и хирургични инструменти и на промишлени части.

За обработка на метали и други материали с високи изисквания се използва ултразвуково длето – сонотрод. Това позволява обработка на материали, които трудно се обработват на конвенционалните машини.

Ултразвукови заварки се правят под действието на високочестотни вибрации. Този метод позволява свързването на трудно съвместими материали.

Системи с ултразвуков генератор/високоговорител се продават с твърдението, че пропъждат гризачи и насекоми, но няма научни доказателства, че тези устройства наистина имат ефект.

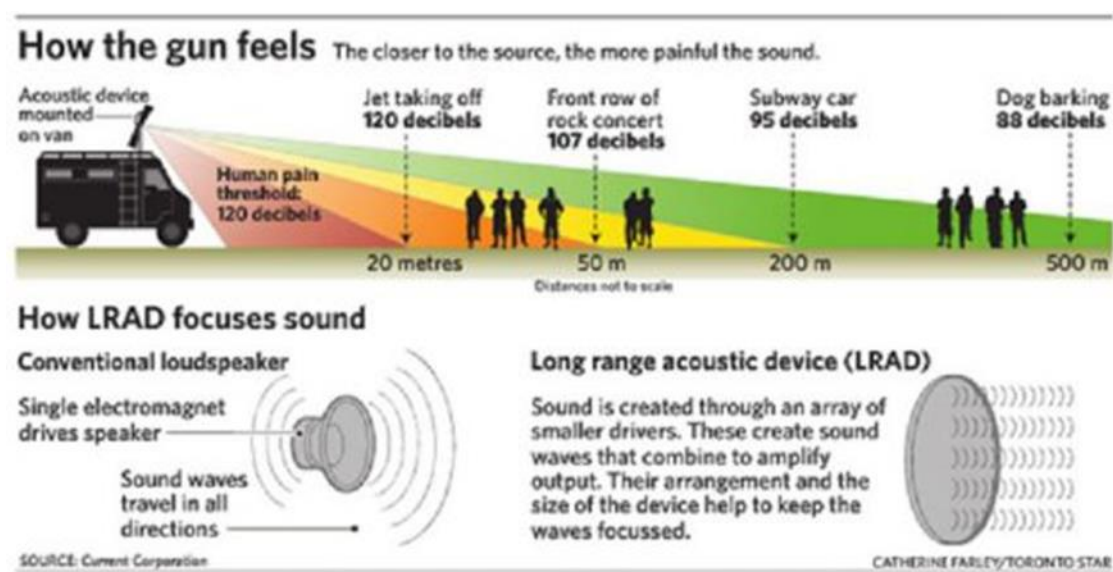
Ултразвукът във военното дело намира приложение за комуникации, позициониране и дори употребата му като несмъртоносно оръжие.

1. оръжия LRAD:

Звукови оръжия LRAD се използват основно по време на протести или срещу малки вражески групи [11]. За големи военни мисии това е непрактично заради голямата консумация на енергия и сравнително малкия обseg на действие.

Звуково и ултразвуково оръжие са типове неконвенционално, несмъртоносно оръжие, които биват различни разновидности, като общото между тях е, че използват звук (ултразвук, а също така и инфразвук), за да причиняват вреда и/или нараняване, с крайна цел дезактивиране на противника. Този тип оръжия са на въоръжение в ограничена употреба във военните и полицейски сили на САЩ и други страни и все още в проучвателна и изследователска фаза на тяхното разработване.

Тези устройства са описвани като звукови куршуми, звукови гранати, звукови мини или звукови оръдия (звуките оръдия са най-големите по размер такива оръжия, като в началото са правени разработки на акустични автомати. Някои от тях действат чрез фокусиран „сноп“ от звукови вълни, докато други използват широко звуково поле.



Фиг. 5. Използване на ултразвук във военното дело

Използването на звуково или ултразвуково оръжие върху индивидите причинява аудиторни промени, промяна във виброактивната чувствителност, мускулни контракции, увреждания на вътрешните органи и тъкани, сърдечносъдови поражения – включително масирани кръвоизливи, „ефекти“ върху централната нервна система, вътрешното ухо, вестибуларния апарат, гръдния кош и тъкани на белия дроб (конкретно в случаи, в които енергията на звуковата вълна е насочена към органите и гръдния кош) [11].

Обикновено симптомите са:

1. силно главоболие
2. дезориентация
3. загуба на паметта

Освен че могат да предизвикват страх, безпокойство и депресия в психологически аспект, подобни звукови оръжия могат да бъдат използвани с цел „задушаване“ или възпрепятстване на дишането при самото им използване както и в определен период след това – заради потенциалните вреди, които тези оръжия принципно оказват на респираторния тракт. Този подтип нискочестотни звукови оръжия макар и да не засягат слуховият апарат, въздействат чрез резонанс върху дихателния апарат и могат да предизвикат задушаване или припадък заради липса на кислород, достигащ до мозъка [13]. Целта на този тип оръдия е да се използват предимно при масови безредици.

Възможно е за първи път звуково оръжие да е използвано още в древността – „древните евреи са първите воители, постигнали победа с разрушителната сила на звуковите вълни“, „крепостните стени на Йерихон

се сринали на прах под мощните тръби на израилтяните“, като остава спорен въпросът, дали технологиите от съответната епоха са позволявали неговото конструиране. В Германия през 1944 г. е тествано звуково оръдие, работещо със смес от метан и кислород, конструирано от Рихард Валаушек.

Разработката на модерни звукови и акустични оръжия започва около 2002 под названието „звук куршум“. Изследванията са провеждани върху популации от мишки, но през 2007 е обсъждано и тестването върху хора.

Звуковото оръжие може да използва насочен лъч, като с два ултразвукови сигнала се произвежда звук само когато достигнат мишената, тоест звукът може да не се чува от използващия т.нар. звуково оръжие. Техническият принцип на работа е изваждане на две звукови (механични, не електромагнитни) вълни, с близка, но различна честота, като се получава „трептене“ – трета по-ниска честота.

Освен употребата на единично звуково оръдие, напоследък се използва и свързването на такива оръдия „в мрежа“, така че група от такива оръдия да действат върху определена целева площ, синхронизирано, тази площ може да е от стотици метри, и с това действие да постигат синхронизиран целеви резултат върху цялата област, включително живеещите в нея.

Свързани разработки са тези за лазерни плазмени и енергийно насочени оръдия, които също могат да произвеждат и имат ефекта на звуково оръжие.

Оръдието LRAD е прицелено към протестиращите по време на Националния конгрес на републиканците, САЩ, 2004 в Ню Йорк, но не е използвано.

LRAD за първи път са използвани в САЩ от полицията в Питсбърг срещу протестиращи на срещата на Г-20, септември 2009.

Полицията в Сейнт Луис на 18 август 2014 използва LRAD срещу демонстранти, протестиращи срещу убийството на Майкъл Браун във Фъргюсън, Мисури. При пряко предаване от Фъргюсън на 18 август, репортерът Майк Тобин коментира, че оръжието „Няма ефектът да прави хората инвалиди. Просто е шумно и дразнещо, и те кара да разбереш, че нещо голямо и официално идва, и че това се случва сега.“ По-късно Амнести Интернешънъл критикува използването на LRAD оръдие срещу протестиращи или членове на тяхната делегация във Фъргюсън, които „са съобщили за чувство на гадене от звука“ и че „оръжията LRAD могат да представляват сериозен риск за здравето, вариращ от временна болка и загуба на равновесие или слуха до трайно увреждане на слуха.“

В Балтимор, САЩ на 29 април 2015 са използвани модернизирани LRAD устройства.

Страни използващи LRAD

- Азербайджан: азербайджанска полиция
- Бразилия
- Сингапур: военни сили
- Тайланд
- Грузия
- Хондурас
- Хонконг: полицейски тактически части
- Индия: полиция
- Израел: Министерство на отбраната
- Полша: полиция
- Великобритания: Министерство на отбраната, „The O2“
- САЩ: множество полицейски управления и американската армия
- Испания: полицията в Каталуния
- Япония
- Виетнам: използва се на борда на кораби клас DN-2000 от бреговата охрана
- Канада: множество полицейски управления.

2. Сонар

Сонар (акроним от английски: SOund Navigation And Ranging) 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-и 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.

В първоначалната си примитивна форма е изобретен по време на Първата световна война. До 1948 година в Англия е наричан асдик (ASDIC, от Allied Submarine Detection Investigation Committee). Въпреки че претърпява много модификации и усъвършенствания, принципът му на действие остава същият до днес.

Употреба

- в морски битки за намиране на подводници, както и на мини или други предмети на дъното;
- в риболова за намиране на големи количества риба;
- в навигацията и картографията за установяване на дълбочината на водата или релефа на морското или океанско дъно.



Фиг. 6. Използване на ултразвуково оръжие

3. Хидроакустика

Хидроакустиката е науката, която изучава и прилага звука във вода. Хидроакустиката, използвайки сонарна технология, се използва най-често за наблюдение на подводни физически и биологични характеристики [16].

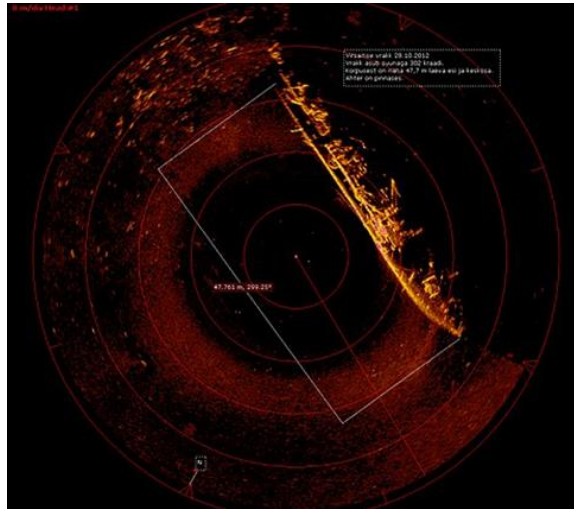
Търсенето, откриването и проследяването на подводни обекти е изключително важна задача, която се решава с помощта на различни хидроакустични средства. В зависимост от начина си на действие те се делят на две основни групи – активни и пасивни. Активните хидроакустични средства работят, като излъчват звуков сигнал с определени параметри в околното пространство и приемат отразените от подводните обекти ехосигнали. При пасивните средства имаме приемане характерните за даден подводен обект звуци и шумове, които се излъчват

от него и се разпространяват във водата. Всяка група има своите предимства и недостатъци. За търсене, откриване и проследяване на подводни обекти често се използват хидроакустични устройства работещи в активен режим. Предимството на този режим е това, че се използва сигнал с предварително известни параметри и лесно се създава оптимален приемник за ехосигналите. Недостатъкът му е наличието на реверберационно смущение, което е силно изявено в приповърхностния слой на морската среда и може да прикрие слаб ехосигнал. При пасивните системи реверберацията на средата не оказва влияние, защото няма излъчване. Но предварително не е известен търсеният сигнал и това създава трудности с неговото откриване. Затова се търсят начини тези недостатъци да бъдат избегнати. Тези причини налагат разработването на многопозиционни системи, които да съчетават предимствата на активните и пасивните системи. Тези системи имат излъчвател, който е разположен на определено разстояние от приемниците. Така се намаляват реверберационните смущения. Приемниците работят като оптимална пасивна система защото сигнала, който трябва да бъде открит е предварително известен [14]. Така се увеличава енергетичната далечина на действие на хидроакустичната система и позволява да се откриват слаби ехосигнали. Освен това такава система може да бъде използвана и в пасивен режим, като се променят единствено алгоритмите за откриване и обработка на приетите сигнали.

Определяне местоположението на обект, отразяващ излъчения импулсен акустически сигнал от излъчвателя

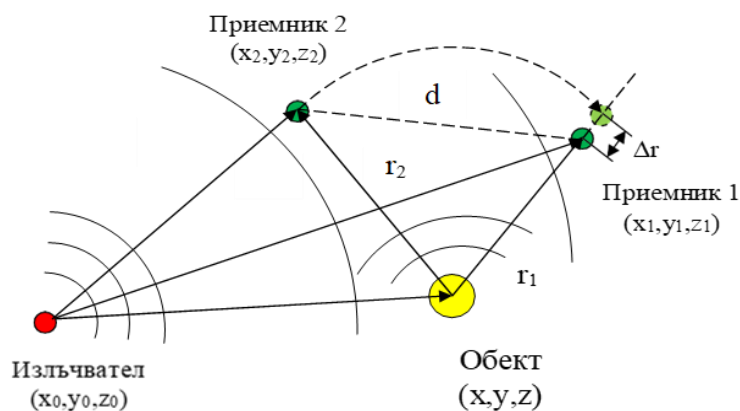
За да се определи какво акустично поле се създава в точките на приемане на сигнала първо трябва да се зададат условията на които трябва да отговаря средата в която се разпространява звука [12, 18]. Приема се, че средата е безгранична и изотропна. В нея се разпространяват само преки вълни, излъчени от източника на звук и няма отражения от граници или други обекти. Също така параметрите на средата са постоянни във всички точки и не се променят във времето. Това означава, че скоростта на звука е постоянна величина и не влияе на разпространението на звука. Излъченият от източника звуков сигнал е импулсен с определена продължителност и честота и е ненасочен в пространството.

Подводния обект е неподвижен и преизлъчва звуковия сигнал равномерно във всички посоки. Може да бъде заменен от ненасочен акустичен източник излъчващ сферични звукови вълни. Приема се, че обекта е открит и са определени времената на пристигане на отразените от него сигнали. Определени са и нивата на акустичното налягане на тези сигнали във всяка точка на приемане.



Фиг. 7. Екранно изображение на сонар

Излъченият от източника звуков сигнал се разпространява в средата като сферична вълна със скорост c и попада на приемник 1 и приемник 2 в различни моменти от време. В общия случай разстоянията, които изминава този сигнал до двата приемника са различни [16]. Този сигнал достига и до обекта и се преизлъчва, когато той се намира в близост до излъчвателя и приемниците. Преизлъченият от обекта звуков сигнал също се разпространява в средата по сферичен закон и попада на двата приемника в различни моменти от време, защото разстоянията от обекта до приемниците са произволни [15]. В приемниците първо достига прекият сигнал от излъчвателя, а след това отразеният сигнал от обекта. Местоположението на източника и приемниците на звук са известни предварително, а това на обекта – не. Координатите на източника на звук са (x_0, y_0, z_0) , на приемник 1 – (x_1, y_1, z_1) , на приемник 2 – (x_2, y_2, z_2) и на подводния обект – (x, y, z) .



Фиг. 8. Схематично представяне начина на определяне местоположението на обекта.

Ползвана литература:

1. Димитров Б. Развитие на системите за разузнаване, ранно предупреждение, мониторинг, специална и санитарна обработка, Сборник доклади от годишна университетска научна конференция „Актуални проблеми на сигурността” 10.2018 г. НВУ „Васил Левски” – гр. В. Търново, том 5, стр.226 -231;;
2. Директива 2008/114/ЕО на съвета от 8 декември 2008 година относно установяването и означаването на европейски критични инфраструктури и оценката на необходимостта от подобряване на тяхната защита;
3. Долчинков Н. Т., Радиационната безопасност в България конференция „Радиационната безопасност в съвременния свят“, НВУ, Велико Търново, 2016 г.;
4. Закон за опазване на околната среда, София, ДВ. бр.91 от 25 Септември 2002;
5. Зайцев А. П. Защита населения в чрезвычайных ситуациях, Москва, 1999;
6. Пъдарев, Н. И., Планиране управлението на отпадъци съдържащи ЯХБ агенти, Годишник на НВУ 2019, част II, с. 88- 100, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски” ВТ, 2019, ISSN 1312-61;
7. Харалампиев М., Долчинков Н., Контролът на радиоактивното замърсяване – важен фактор за ядрената сигурност на България, Годишна университетска конференция на НВУ „В. Левски”- гр. В. Търново – юли 2014 г. ISBN 1314-1937 т.4 стр.164-175;
8. Dolchinkov N. T., Hvastova M. S., Karaivanova-Dolchinkova B. E., Types of extraordinary situations of technology and activities in exceptional situations with the release of radioactive substances, International scientific journal: Security@future 4/2018, ISSN 2535-0668 стр.170-172;
9. Dolchinkov N. T., Sources of natural background radiation, Security and Defence, №3 (16) 2017 War Studies University, Warsaw, Poland, стр. 40-51;
10. 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;
11. Белчева Г., Иванова Н., „Приложение на лазерите в рефрактивната корекция на зрението и диабетната ретинопатия“, Сборник с доклади от XXXII колоквиум „Физиката в опазването на човека и околната среда“ на тема „Светлината в медицината“, стр. 407 - 412, София, 2015 г., (ISBN 978-954-9566-77-2);
12. Иванова Н., С. Иванова, Б. Чаушев, „Качество на образа при рентгеновата диагностика“, proceeding of 3rd National Congress on Physical

Sciences, p.1-6, 29 Sep. – 2 Oct. 2016, Sofia, Section: Physics of Living and Soft Matter. Physics in Medicine, [DVD: ISBN 978-954-580-364-2] Heron Press: Sofia;

13. N. K. Yordanov, T. Trifonov, Ivanov I., Advanced Signal Processing Methods For Analysis Of High Dynamic Range Acoustic Phenomena, Proc. 13th International Engineering Conference on Communications, Electromagnetics and Medical Applications (CEMA'18), Sofia, Bulgaria, 18-20 Oct. 2018, pp. 52-56, ISSN: 1109-1606;

14. Tsonev, E, Ivanov I., AC Current Pulse Width Control Regulator With Linear Regulation, Journal of BSUAE on Applied Electromagnetism, publ. Trans Black Sea Union of Applied Electromagnetism and Institute of Communication and Computer Systems National Technical University of Athens, Athens, Greece. Vol. 8, Num. 1,2, pp. 61 – 68, June-Dec. 2006, ISSN 1109-1606;

15. Trifonov, T., Georgieva-Trifonova, T., Ivanov I., Signal processing and storing of high dynamic range acoustic data for knowledge discovery, Communications, Electromagnetics and Medical Applications (CEMA'19), Sofia, Bulgaria, 17-19 Oct. 2019-October pp. 58-62.

16. Трифонов Т., Георгиева-Трифорова Ц., Иванов И., Съвременни аспекти на системите за откриване, локализация и борба с подводници, Сборник доклади от Научна конференция „Актуални проблеми на сигурността”, том 2, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски”, 2019, с. 110-116, ISSN 2367-7475

17. Wikipedia;

18. <https://fizika.dokumentite.com>.

Адрес за кореспонденция:

серж. Ирена Генчева Минчева: НВУ „Васил Левски“, Велико Търново, България; E-mail: irenagenchevamincheva@abv.bg;

ИНФРАЗВУКОВА СЪСТАВЯЩА НА МЕЖДУНАРОДНАТА СИСТЕМА ЗА МОНИТОРИНГ НА ЯДРЕНИ ВЗРИВОВЕ

Тихомир Трифонов, Иван Симеонов

INFRASONIC COMPONENT OF THE INTERNATIONAL MONITORING SYSTEM OF NUCLEAR EXPLOSIONS

Tihomir Trifonov, Ivan Simeonov

Abstract: *The Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty (CTBT), which was ratified by the Republic of Bulgaria in 1999, prohibits nuclear tests in the atmosphere and outer space, underground and underwater. At present, the International Monitoring System (IMS) collects data from inspections at the International Data Centre located in Vienna, using four modern technologies: seismic, underwater acoustic, infrasonic and radionuclide. This paper discusses the features, methods, equipment and capabilities of the infrasonic component of the monitoring system. It has been shown that such systems can be used to detect other phenomena of natural origin or caused by human intervention: volcanic eruptions, hurricanes and typhoons, quarry or mine explosions, firing from large-caliber gun systems and more.*

Key words: *Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty, International Monitoring System, infrasonic, acoustic field*

Увод

При ядрен взрив в атмосферата се отделя огромно количество енергия. Образува се силна ударна вълна, зад чийто фронт в началния период температурата и налягането са екстремно високи. С отдалечаването си от епицентъра на взрива тази ударна вълна се превръща в акустична. Това се придружава с дисипация на нейната енергия, като късовълновите компоненти от нейния спектър затихват по-бързо от дълговълновите. На големи разстояния остават само инфразвуковите вълни и то именно тези в ултранискофестотния диапазон (далечен инфразвук), тоест с честоти, по-малки от 1 Hz [1].

Договорът за всеобхватна забрана на ядрените опити (ДВЗЯО), който е ратифициран от Република България през 1999 година, забранява извършването на ядрени опити в атмосферата и космоса, под земята и под водата. Към настоящия момент Международната система за мониторинг (МСМ) събира данните от проверките в специален център, разположен във

Виена, като използва четири съвременни технологии: сеизмична, хидроакустична, инфразвукова и радионуклеидна.

В представената работа се разглеждат особеностите, методите, апаратурата и възможностите на инфразвуковата съставляща на системата за мониторинг на въздушни и подземни ядрени експлозии. Показано е, че такива системи могат да се използват за откриване и на други явления от природен произход или предизвикани от човешка намеса: изригване на вулкани, възникване на урагани и тайфуни, кариерни или руднични взривове, стрелба от голямокалибрени оръдейни системи и др.

За първи път през 1945 година американския учен Морис Юинг (Maurice Ewing) предлага да се използва йоносферен вълноводен канал за акустичен контрол на възможни атомни опити в СССР. В бившия Съветски съюз по идея на академик И.К. Кикоин през 1953 година е създадена инфразвукова измервателна станция за откриване на атмосферни ядрени взривове. През деветдесетте години на миналия век този тип системи получават нов импулс за развитие във връзка с Договора за всеобхватна забрана на ядрените опити (ДВЗЯО).

1. Инфразвук и неговото разпространение в атмосферата

Откриването и регистрацията на инфразвуковите вълни е сложна задача, тъй като дължината на вълната достига няколко километра (например, инфразвук с честота 1Hz има дължина на вълната 340 метра, а ако честотата е 0,1Hz, дължината вече е 3,4 километра). Използваните сензори би трябвало да бъдат защитени от шумове, предизвикани от други фактори, като вятър, температурни аномалии, турбулентност и др.

Като сензори биха могли да бъдат използвани резонансни вибратори като рупори, тръби, струни и др. Техен основен недостатък е големият им размер (стотици метри и повече) и тесния честотен диапазон. От друга страна, те имат голяма чувствителност и коефициент на полезно действие.

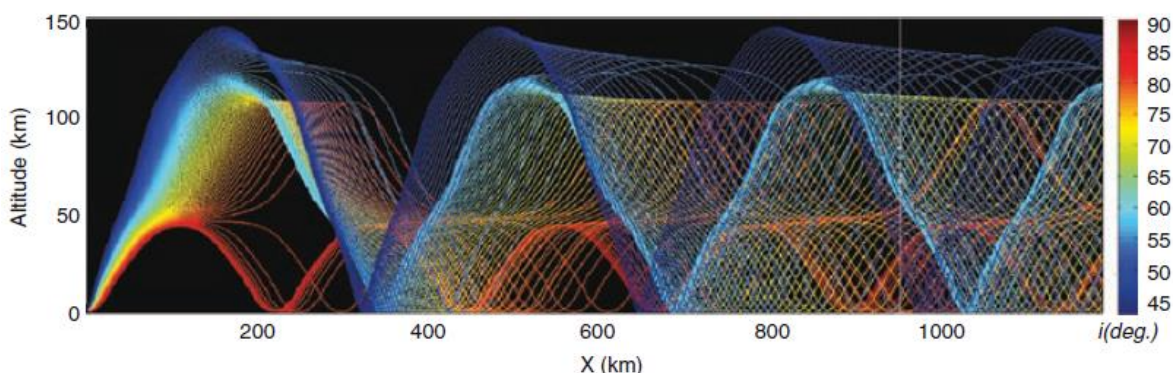
Към настоящия момент най-често се използват компактни сензори, които преобразуват акустичните трептения в електрически сигнали. Те биват два основни вида: нискочестотни кондензаторни микрофони (за близкия инфразвук) и микробарометри (за далечния). Това се налага, тъй като електродвижещото напрежение на микрофоните е пропорционално на ускорението на мембраната, и при едно трептене за няколко секунди или минути на практика не се създава е.д.н. При микробарометрите е обратното – добре възприемат нискочестотния инфразвук, докато при по-високи честоти те са твърде инертни.

Възможността за откриване на полезните инфразвукови сигнали от гореописаните сензори на налягане се определя обикновено не от тяхната чувствителност, а от флуктуациите на атмосферата в мястото им на разположение, предизвикани от други причини. Като пример може да се посочи, че налягането на типичен полезен инфразвуков сигнал от

отдалечен източник в мястото на детекцията му е от порядъка на 0,1 паскал, което е еквивалентно на барометрично налягане, предизвикано от промяна на височината с 1 сантиметър и не е проблем при липса на шумове той да бъде регистриран. Тоест, съвременните конструкции на сензорите осигуряват достатъчна чувствителност, но е необходима филтрация на шумовете. На ниски честоти те се предизвикват най-вече от измененията на времето от синоптичен мащаб, приливи, ефектът на слънчевото греење през денонощието, бризовите циркулации в атмосферата. При по-високите честоти те са предизвикани от най-вече от конвекция и турбулентност.

Дисипацията на енергията на акустичните вълни е пропорционална на квадрата на честота им. Това означава, че звук с честота 1000 херца губи 90% от енергията си на дистанция 7 километра на морското равнище, ако честотата е 1 херц тази дистанция е 3 000 километра, а при честота 0,01 херц тя е съпоставима с обиколката на земното кълбо (тук се включват и загубите от разширяването на вълновия фронт).

Тъй като земната атмосфера е слоисто и случайно нееднородна среда, в резултат на рефракцията и други физични феномени в нея се получават т.н. звукови канали, в които инфразвукът се разпространява на огромни разстояния- фиг.1 [2].



Фиг.1. Вижда се разпространението на инфразвукова вълна (стратосфера и термосфера).

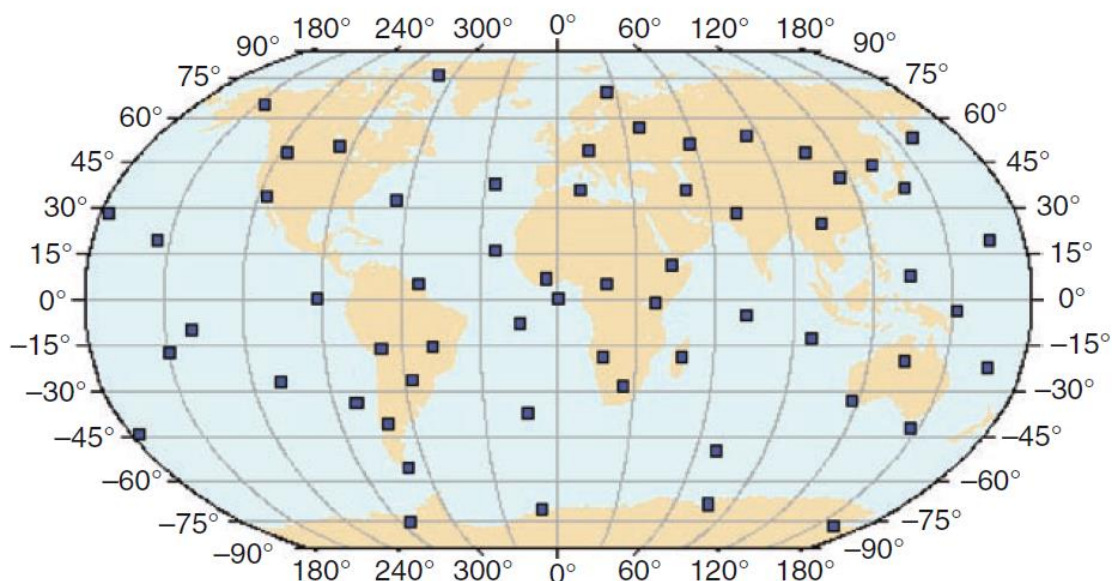
Както беше подчертано по-горе, за да се детектира полезния сигнал е необходима филтрация, пространствена и по честота. При пространствената филтрация е важно, че радиусите на корелация на полезния сигнал и на шумовете са различни. Радиусът на пространствена корелация на полезния инфразвук е много по-голям. Това дава възможност за построяване на пространствени филтри, които осредняват и силно минимизират енергията на шумовете. На Фиг.2 е показана снимка на реална инфразвукова станция, при която е реализиран подобен паякообразен филтър [1,2].



Фиг.2. Акустична група от инфразвукова станция IS18 в Гренландия.

Анализът на функцията на взаимната корелация или на взаимните спектри между сигналите от различни шумозащитени сензори от една акустична група или от няколко групи дава възможност да се определи по закъсненията на сигналите скоростта и посоката (азимута) на източника. Този анализ може да се използва в цялата честотна област, а анализът на взаимните спектри позволява да се идентифицират сигнали с различни честоти, но имащи една и съща скорост и идващи от едно направление.

За да се определи направлението на източника са необходими минимум три инфразвукови акустични групи. Обикновено една инфразвукова станция съдържа между 4 и 8 такива групи. Към настоящия момент Международната система за мониторинг (МСМ) се състои от 60 инфразвукови станции за мониторинг, разположени по цялото земно кълбо на подходящи места (с ниско ниво на шумовете и т.н.), Фиг.3, [1,2].



Фиг.3. Примерно разположение на инфразвуковите станции за мониторинг.

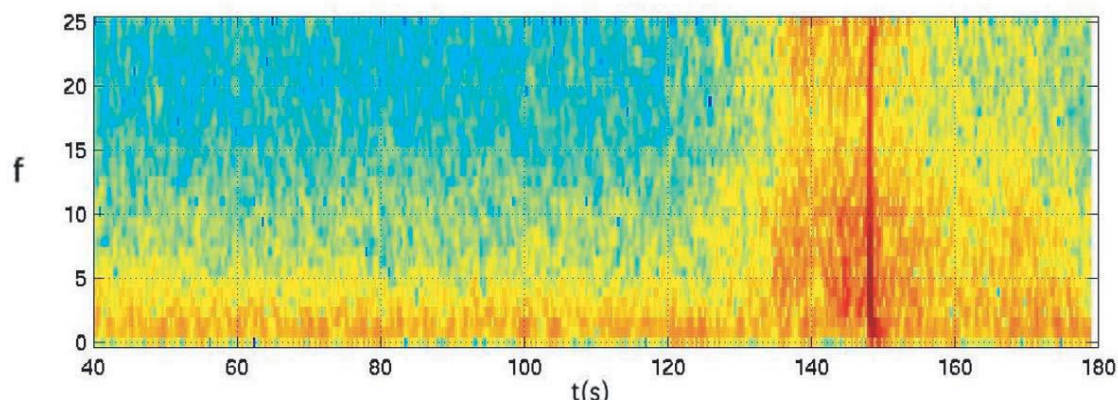
Данните се събират в квази реално време във Виена. Интересен факт е, че за сигурност на предаваната информация в станциите се използва електронен подпис.

2. Някои примери за приложение на инфразвуковия метод

Освен по прякото си предназначение (откриване на надземни и подземни ядрени взривове) инфразвуковите станции могат да се използват и за други полезни дейности. За първи път, без да разполага с необходимата апаратура, човечеството открива събития, генериращи инфразвукови вълни с огромна мощност през 1883 година, при изригването на вулкана Кракатау и през 1909 година, при падането на Тунгуския метеорит в източен Сибир. Инфразвуковите вълни и в двата случая обикалят няколко пъти земното кълбо и са детектирани като аномалии на записите на обикновените барометри. Към настоящия момент се счита, че съвременна инфразвукова апаратура може да се използва за следните събития от природен и антропогенен произход (изброяването не е пълно):

- изригване на вулкани;
- възникване на урагани и тайфуни;
- кариерни или руднични взривове;
- стартове на ракети;
- ударни вълни при преминаване на звуковата бариера от самолети;
- падане на метеорити;
- инфразвук, издаван от животни, като например слонове;
- стрелба от голямокалибрени оръдейни системи и др.

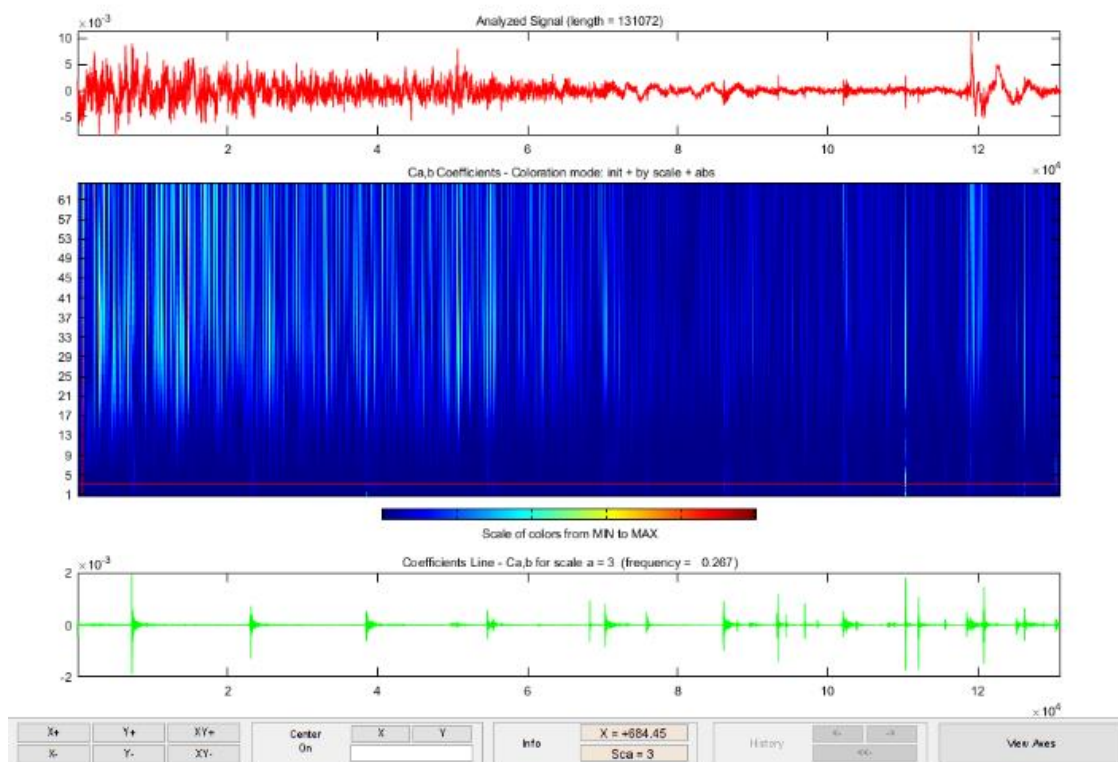
На Фиг.5 е показан спектърът на шума от изстрелване на ракета Скъд [3]. Разстоянието до източника е 27 km. Вижда се, че събитето е на около 150 секунда от записа, а инфразвукът е от 1Hz до около 25Hz.



Фиг.

5. Изстрелване на оперативно тактическа ракета SS-1 Scud B (8K14 Елбрус).
Източник: S. Tenney, ARL.

На Фиг.6 е показана скалограмата на запис на стрелба с реактивна система за залпов огън “БМ-21” - полет на 7 броя 122 мм снаряди от пакет на залпов огън на АП Марково, 05 Окт. 2017г. [4]. Тя дава възможност за детайлен анализ на събитието и за получаване на т.н. звуков подпис на системата.



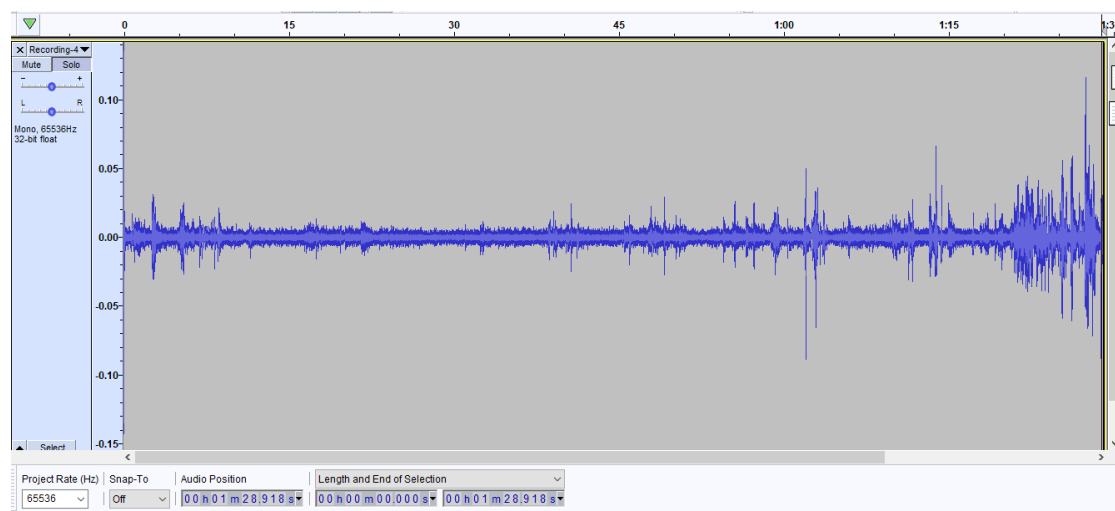
Фиг.6. Скалограмата на запис на стрелба с реактивна система за залпов огън “БМ-21”

Записът е направен от авторите с участие на докторанти и курсанти от НВУ“Васил Левски”, с интегрираната платформа PULSE 12 на Brüel & Kjær и нискочестотен измервателен микрофон на същата фирма [5].

Една особеност в тези измервания е, че има опасност когато се използва измервателна техника с тегловни филтри да се получат различни честотни характеристики, тъй като има различни компенсационни филтри и процесът на калибриране е по-сложен. Така например, добре се виждат нискочестотните флуктуации на един и същ регистриран звук от сирени, показан на Фиг.7.1, където е приложен височестотен филтър на 0,7 Hz, и Фиг.7.2, с ВЧ филтър 20Hz.

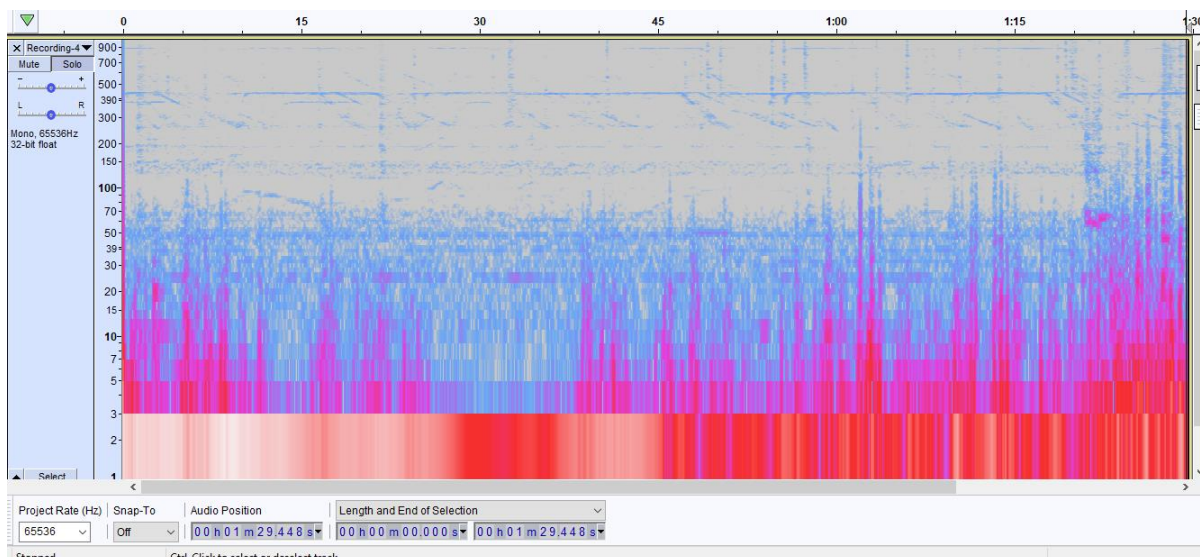


Фиг.7.1. ВЧ филтър 0,7Hz, 02 Юни 2020,12:01, PULSE Brüel & Kjær

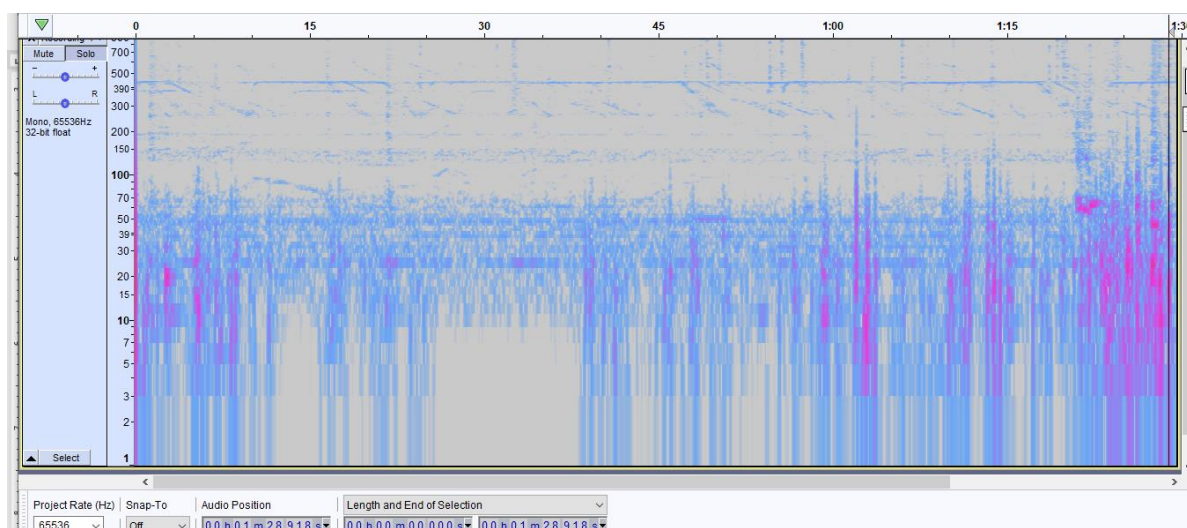


Фиг.7.2. ВЧ филтър 20Hz, 02 Юни 2020,12:01, PULSE Brüel & Kjær

На Фиг.8.1 ясно се вижда, че когато записът е от 0,7Hz голяма част от енергията е ситуирана в инфразвуковия диапазон между 1 и 3 Hz, за разлика от Фиг.8.2, където тази съставляваща на практика липсва.



Фиг.8.1 Спектрограма на звука от сирени за сигнала от Фиг.7.1.



Фиг.8.2. Спектрограма на звука от сирени за сигнала от Фиг.7.2.

Изследването на акустични ефекти, породени от инфразвук е една относително нова област, която е скъпо и трудоемко изследване, което обаче дава много полезни резултати.

4.Заклучение

Инфразвуковите станции за мониторинг, освен за откриване и локализиране на ядрени опити в атмосферата и под земята, могат да се използват за детекция и изследване и на други антропогенни явления или такива от природен произход: изригване на вулкани, възникване на урагани и тайфуни, карьерни или руднични взривове, стрелба от голямокалибрени оръдейни системи, ракетни стартове и др.

Основното предимство на този метод се състои в това, че близкият и далечният инфразвук се разпространяват на изключително големи дистанции. Разбира се, при реализирането му има важни особености и трудности, които обаче при съвременното състояние на техниката са напълно преодолими.

В настоящата работа е показано, че методът може да се използва и за събиране на данни за акустиката на бойното поле, тоест да се прави мониторинг на тактическия инфразвук.

Литература

1. <https://www.ctbto.org/>
2. A. Le Pichon et al. (eds.), *Infrasound Monitoring for Atmospheric Studies*, DOI 10.1007/978-1-4020-9508-5_3, © Springer Science + Business Media B.V. 2010
3. *Tactical Infrasound*, Study Leader: Christopher Stubbs, JASON, The MITRE Corporation, 2005
4. Иванов И., Трифонов Т., Н. Йорданов, Съвременни методи и експериментални резултати за акустично откриване и локализация на конвенционални огневи системи, Докл. на научната конференция Хемус2020, Пловдив, 2020, под печат.
5. Brüel & Kjær, Knowledge-center, <https://www.bksv.com/en/Knowledge-center>

Адрес за кореспонденция:

Проф.д-р Тихомир Стефанов Трифонов, Национален военен университет "Васил Левски" - В. Търново, В. Търново, e-mail: tihomirtrifonov@ieee.org;

Доц.д-р Иван Симеонов Иванов, Национален военен университет "Васил Левски" – В. Търново, e-mail: ivanov_ivan@nvu.bg.

ВЪЗДЕЙСТВИЕ НА WiFi ИЗЛЪЧВАНЕТО ВЪРХУ БИОЛОГИЧНИ ОБЕКТИ

Йордан Щерев

IMPACT WiFi RADIATION OVER BIOLOGICAL OBJECTS

Yordan Shterev

Abstract: The article is presented the influence of WiFi radiation over biological objects. The impact on organs, related harm and some norms has been shown.

Keywords: non-ionizing radiation, 5G, non-ionize radiation, health aspect

*„За съжаление вече стана очевидно, че нашата технологичност
задмина нашата хуманност“*

Алберт Айнщайн

1. Въведение

Развитието на информационните технологии на основата на достиженията предимно в областта на физиката на полупроводниците и квантовата електроника, на софтуерните технологии съвместно с развитието на комуникационните такива и като се има предвид естественото желание на човек за високи скорости за предаване на информация и достъп до разнообразни източници от такива, доведе до внедряване на безжични технологии, чието въздействие е на границата на поносимостта на биологичните тъкани и органи (БО, БТ). В настоящата статия се обсъждат тия въздействия и тяхното влияние върху БТ и в частност върху човек.

2. Йонизиращо и нейонизиращо лъчение

Въздействието на електромагнитните вълни (ЕМВ) върху биологичните ефекти се определя от взаимодействието между тях. Те могат да причинят йонизация на биологичните макромолекули – наречени йонизиращо лъчение (ЙЛ) и да не причинят йонизация - нейонизиращо лъчение (НЙЛ).

2.1. Йонизиращо лъчение

Една ЕМВ се счита, че е носител на такова лъчение, ако е с енергия $hf \geq 10\text{eV}$, h – константа на Планк и f - честотата. $hf \approx 10\text{eV}$ е минималната енергия за йонизация на най-слабите молекулни връзки на БТ, тоест минимална енергия на кванта която предизвика йонизация. $hf > \Delta E_{\min}$ - енергия на най-слабите молекулни връзки [1,8,10]. Такива са: рентгеновите (X-) лъчи; γ -лъчите и твърдите ултравиолетови (UV) лъчи.

2.2. Нейонизиращо лъчение

ЕМВ е носител на нейонизиращо лъчение за $hf < 10\text{eV}$. Такива са: видимата светлина; меките UV; инфрачервените лъчи; микровълните (300 MHz – 300 GHz); радиочестотните сигнали под 300 MHz; постоянният ток. За енергии $hf < \Delta E_{\min}$ не се наблюдават директни йонизационни ефекти. Сигналите използвани в съвременните комуникации са НЙЛ.

2.3. Характеристики на нейонизиращо лъчение

НЙЛ се определя с характеристики подобно на йонизиращото лъчение. Плътността на потока на мощността S се определя от израза:

$$(1) \quad S = \frac{\sigma E^2}{\rho},$$

където S е SAR - Specific Absorption Rate измервана в W/kg или mW/g, σ - електрическата проводимост на тъканите на човек за определена честота на изследване;

E – интензитет на електрическото поле;

ρ - средна плътност на тъканите за определена честота.

Чрез специфичното абсорбционно ниво се определя енергията, която даден орган поглъща за определена честота. Повишаването на температурата на определен орган (тъкан) се задава с:

$$(2) \quad S = C \frac{dT}{dt},$$

където величината C е средна топлоемкост на тъканите - J/(kg.K):

Пълната енергия, която се абсорбира от определен орган се определя от израза:

$$(3) \quad P_{abs} = \frac{\sigma_{local} |E_{local}|^2}{\rho_{local}},$$

където P_{abs} е специфичната абсорбирана мощност от тъканта (органа). Останалите величини са локални, отнасящи се до съответния орган.

Специфичната абсорбирана мощност на тъканта, локалната средна топлоемкост на тъканите и локалното изменение на температурата с времето, се определя от [1,6,7,9].

$$(4) \quad \left(\frac{dT}{dt} \right)_{local} = \frac{P_{abs}}{C_{local}}.$$

3. Топлинно и нетоплинно въздействие на НЙЛ

Въздействието на НЙЛ върху БО се определя от повишаване на температурата (топлинно въздействие) и нетоплинно въздействие (електромагнитно въздействие).

3.1. Топлинно въздействие на НЙЛ

Това е основен механизъм на биологично въздействие на НЙЛ върху тъканите и органите. Определя се от диелектричните свойства на тъканите. Най-силно топлинно въздействие претърпяват тъканите с високо съдържание на вода. Освен това от значение са и резонансните ефекти в човешкото тяло или негови части (глава, уши и др.), които са диелектрични резонатори за определени честоти. При възрастните хора нагряването на цялото тяло е в честотен обхват 60-100 MHz. За децата резонансните честоти са 150-200 MHz. Ухото също е ефективен резонатор в честотните обхвати на GSM. Биологичен ефект е всеки ефект на орган. Здравен ефект е който създава проблеми [1,6,7,8,9,10,11,12].

Топлинни ефекти на НЙЛ

Прието е, че има топлинно въздействие, ако вследствие на приетата топлинна от микровълновата енергия изменението на температурата за съответният орган е $\Delta T > 1^{\circ}\text{C}$. Относителната диелектрична проницаемост е:

$$(5) \epsilon_r = \epsilon'_r - j\epsilon''_r,$$

където ϵ_r - комплексна относителна диелектрична проницаемост,

ϵ'_r - реална относителна диелектрична проницаемост. Тя определя преминаването на ЕМВ през биологичната тъкан.

ϵ''_r - имагинерна относителна диелектрична проницаемост. Имагинерната част е свързана с проводимостта σ , обуславя поглъщането от тъканите, т.е. загубите на ЕМВ. Връзката между тях е:

$$(6) \epsilon''_r = \sigma / \epsilon_0 f,$$

където ϵ_0 е абсолютната диелектрична проницаемост за вакуум, а f е честотата на ЕМВ. За водата в микровълновия обхват $\epsilon'_r \sim 20-80$ [1,6,7,8,9,10,11,12].

3.2. Нетоплинни въздействие на НЙЛ

Тази тема е избягвана от създателите на норми, стандарти и законодателство. Нагряване над 1°C може да се осъществи при облъчване с микровълново лъчение с плътност на мощност $>25 \text{ mW/cm}^2$. Праговите стойности за топлинен ефект върху организма са зависими от честотата. За да се повиши температурата на тялото с 1°C при честота 500 kHz, е необходимо $E \geq 8000 \text{ V/m}$ и $H \geq 160 \text{ A/m}$ - еквивалентна стойност на плътността на мощност за далечната зона $S \geq 17000 \text{ mW/cm}^2$ [1, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12].

За същия ефект при 3 GHz е необходима плътност на мощност не по-малка от 10 mW/cm^2 . Човешкият организъм има различни механизми за поглъщане на топлината и терморегулиране. „Критични” са органите с различно кръвоснабдяване (количество вода) в сравнение с останалите:

тестиси (промени в активността на сперматозоидите), яйчници, пикочен мехур, катаракта на очите и други, при облъчване с дължини на вълните между 3 и 10 cm.

Погълнатата и разсеяна ЕМ енергия (ЕМЕ) в организма зависи от:

- Енергиите на електричната и магнитна компоненти на електромагнитното поле (ЕМП), поляризацията на ЕМВ;
- Конфигурацията на тялото на човека спрямо силовите линии на ЕМП;
- Електричните и магнитни характеристики на БТ, проводимостта и диелектричните свойства на органите;
- Дебелината на мастният подкожен слой, облъченият орган и др.;
- Отношението на размера на биологичното тяло, органи и дължината на ЕМВ;
- Зависимостта между интензитетите на полето извън тялото и индуцираното поле вътре в тъканта. Ефектът от въздействието е свързан с плътността на електрическия ток;
- Околната среда – близки метални обекти, заземяване.

Влияние на водното съдържание

1) високо съдържание на вода (HWC, High-Water Content) - кръв, лимфа, черен дроб, бъбреци, мускули, сиво и бяло мозъчно вещество, очна ретина и др.;

2) ниско съдържание на вода (LWC, Low-Water Content) - подкожие, сухожилия, кости, мазнини и др.:

$$(7) \sigma_{HWC} > 10\sigma_{LWC}$$

Органите с високо съдържание на вода са потенциално по-податливи на микровълново нагряване. Дълбочината на проникване е $\delta \sim 1/\sqrt{f}$.

Таблица 1

Честота (MHz)	Мускули			Мазнини		
	Относителна диелектрична константа	Проводимост σ , (S/m)	Дълбочина на проникване, (mm)	Относителна диелектрична константа	Проводимост σ , (S/m)	Дълбочина на проникване, (mm)
400	57.13	0.80	52	5.58	0.041	310
900	55.03	0.94	42	5.46	0.051	244
1800	53.55	1.34	29	5.35	0.078	158
2450	52.73	1.74	22	5.28	0.105	116
5200	49.28	4.27	8.8	5.01	0.205	47

В Таблица 1 за мускулите и мазнините са дадени относителната им диелектрична проницаемост ϵ , проводимостта σ и дълбочината на

проникване в зависимост от комуникационните честоти (КЧ) на ЕМП [7]. Дълбочината на проникване в мазнините е около 6 пъти по-голяма в сравнение с мускулите. Мазнините не съдържат вода, а КЧ взаимодействат с водата в мускулите и тяхното проникване в тях бързо намалява. Това води и до отлагане на енергията им в мускулите. Физичните величини диелектрична константа и проводимостта определят свойствата на мазнините и мускулите водещи до различните дълбочини на проникване. С увеличение на честота, намалява дълбочината на проникване, съответно увеличава се поглъщането на енергията на единица дължина. Накратко, различните проводимости и диелектрични проницаемости на отделните органи влияят на въздействието на преминаващата ЕМВ [1,6,7,8,9,10,11,12].

Влияние на размера на биологичните органи и дължината на ЕМВ

λ е дължината на ЕМВ.

L е размерът на обекта, през който преминава ЕМВ.

За WiFi 4G, без да навлизаме в подробности за честотите на каналите, може да се счита, че честотата е 2.4GHz или $\lambda=12.5\text{cm}$.

От друга страна човешкият мозък, сърце, бели дробове, бъбреци и други органи имат приблизителен размер около 12cm.

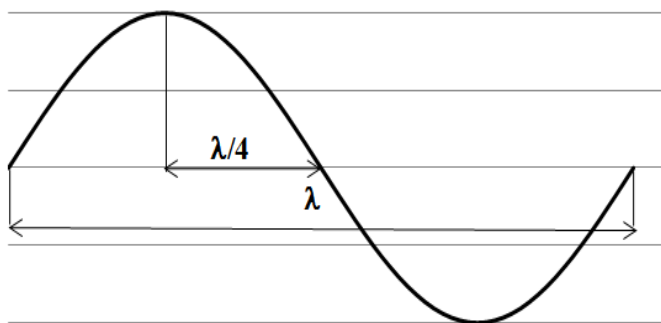
За разстояние L , за което $\lambda \gg L$, въздействието на ЕМВ върху органите може да се счита за пренебрежимо малко.

При разстояния, за които $\lambda \approx L$ взаимодействието се извършва чрез дифракция – фиг. 1.

Минималната дължина при която настъпват резонансни явления е $L=\lambda/2=6.25\text{ cm}$. При $\lambda/4 \approx 3\text{ cm}$ е пълното изменение на амплитудата, което определя и максималното въздействие на ЕМ вълна. От друга страна очите на човек, репродуктивните органи са с размери около 3 cm.

За $\lambda \ll L$ ще има топлинно и нетоплинно въздействие, което може да се получи при по-високи честотия, например за 300 GHz, $\lambda=1\text{mm}$. За тия дължини на вълните многократно пъти преминава синусоидата на носещата вълна, съответно многократно въздействие върху зарядите на органите за малък период от време.

4. Хигиенни норми на нейонизиращото лъчение в България и други държави



Фиг.1 Дължина на вълната и $1/4$ от нея на елементарна вълна -синусоида.

В таблица 2 са дадени пределно допустими нива на напрегнатостта и на плътността на енергийния поток на ЕМП в населена територия в България съгласно [1]:

С повишаване на честотата пределно допустимите нива намаляват. За честоти над 300 MHz, пределно допустимото ниво е дадено в единици за мощност.

Следващият израз определя хигиенните норми на НЙЛ в зависимост от честотата [1]:

$$(8) \left(\frac{E_1}{E_{H1}} \right)^2 + \left(\frac{E_2}{E_{H2}} \right)^2 + \dots + \left(\frac{E_n}{E_{Hn}} \right)^2 + \frac{S_{\text{сум}}}{10} \leq 1,$$

излъчвателите в различни честотни където $E_1, E_2, \dots, E_n$ са интензитетите на електричното поле на излъчвателитеобхвати или сумарните интензитети на излъчвателите от един и същ честотен обхват при честота на излъчване под 0,3 GHz;

$E_{H1}, E_{H2}, \dots, E_{Hn}$ са пределно допустими нива за съответния обхват;

$S_{\text{сум}}$ е сумарната плътност на мощността на излъчвателите с работна честота над 0,3 GHz.

В таблица 3 са дадени стойностите на хигиенно-защитните дози на България и други страни [1, 6, 7, 8, 9, 10, 11] от 0,3 до 30 GHz. Показателно е, че в България те са много по-ниски в сравнение със САЩ и Европейският съюз - 1 mW/cm^2 .

Приетите в света хигиенно-защитни норми за облъчване на хора с НЙЛ в Западна Европа и САЩ се основават само на осигуреното предпазване на човека от топлинните ефекти под действие на микровълни (прегриване на тялото с над 1°C). В повечето от държавите хигиенните норми са определени само на базата на топлинния механизъм [6,7,8,10,11,12] и др. Организации определят пределно допустими норми. В някои страни има честотно-зависими норми (България), затова изискванията за пределно допустимите норми са по-високи.

5. Здравни аспекти на влиянието на безжичните устройства

Таблица 2.

№	Честотния обхват на излъчвателя	Пределно допустимо ниво
1.	от 30 до 300 kHz	25 V/m
2.	от 0,3 до 3 MHz	15 V/m
3.	от 3 до 30 MHz	10 V/m
4.	от 30 до 300 MHz	3 V/m
5.	от 0,3 до 30 GHz	10 $\mu\text{W/cm}^2$

Таблица 3.

№	Държава	Пределно допустимо ниво, $[\text{mW/cm}^2]$
1.	България	0,01
2.	САЩ	1
3.	Русия	0.01
4.	Европейски съюз	1
5.	Япония	0.02
6.	Китай	0.02
7.	Австралия	0.02

5.1. Влияние на безжичните устройства върху БО

– Биологични нетоплинни ефекти са на молекулярно и клетъчно ниво. Те могат да причинят, но могат и да не причинят здравни рискове, тоест имат *стохастично въздействие*.

– Нарастващо безпокойство сред група хора относно възможни рискови ефекти за здравето, причинени от използване на облъчващи устройства, нарича се *“микровълнов синдром”*.

– Облъчване дори под хигиенните норми може да причини повишена чувствителност към елементи от околната среда (в частност към облъчване с микровълни), различни биологични ефекти на молекулярно и клетъчно, ефекти в поведението, психиката, мисловната дейност и паметта – елетромагнитна *“хиперчувствителност”*.

– *“принцип на предпазливостта”*.

На следващата Таблица 4 е дадена зависимостта от дълбочината на проникване в мускули и мазнини в зависимост от КЧ.

Таблица 4. Дълбочина на проникване в мускулите и мазнините в зависимост от комуникационните честоти.

Честота (Hz)	Дълбочина на проникване (mm)	
	Мускули	Мазнини
400	52	310
900	42	244
1800	29	158
2450	22	116
5200	8.8	47

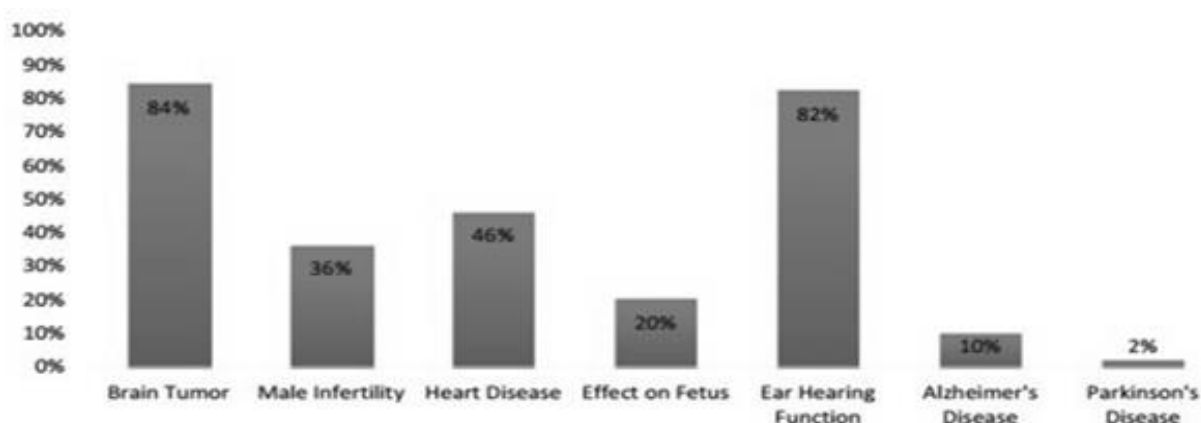
Причината за заболяванията вследствие използването на безжични устройства според лекарите в [4,5,15,19] са мозъчен тумор 84%, мъжки безплодие 36%, болести на сърцето 46%, ефект върху плода 20%, слухова функция на ухото 82%, болестта на Алцхаймер 10% и на Паркинсон 2%. Заболяванията мозъчен тумор, мъжко безплодие и на ухото вследствие използване на безжични устройства диференцирано от мобилен телефон, лаптоп, таблет, Bluetooth устройство, безжичен рутер, безжични слушалки, Wi-Fi и клетъчни станции са дадени на Таблица 5 [4,5,15,19].

Таблица 5. Влияние на безжичните устройства (Wi-Fi) върху организма на човек.

Заболяване	Безжично устройство							
	Мобилен телефон	Лаптоп	Таблет	Bluetooth	Безжичен рутер	Безжични слушалки	Wi-Fi	Клетъчни станции
Мозъчен тумор	76%	8%	2%	2%	10%	30%	4%	4%

Безплодие на мъжа	36%	68%	4%	0%	2%	0%	2%	2%
На ухото	92%	0%	0%	6%	0%	52%	0%	0%

На фиг. 2 са дадени заболявания причинени от безжични устройства: мозъчни тумори 84%, безплодие на мъжа 36%, заболявания на сърцето 46%, ефекти върху ембриона 20%, нарушения на функциите на ухото 82%, болест на Алцхаймер 10% и Паркинсонова болест 2% [5,14].



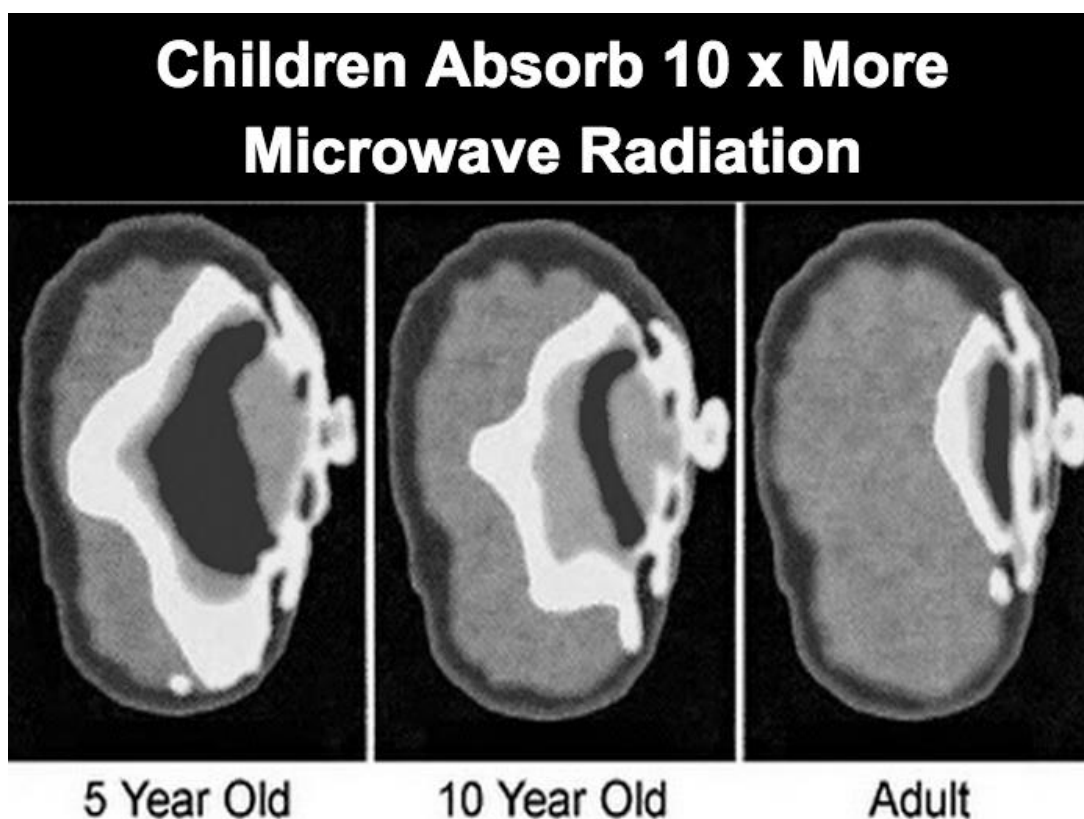
Фиг.2 Заболявания причинени от безжични устройства.

Канцерогенност на нейонизиращото лъчение

IARC (Международна агенция за изследване на рака) определя 5 групи за канцерогенно въздействие на нейонизиращото лъчение: 1 – канцерогенно, 2А - вероятно канцерогенно, 2В - възможно канцерогенно, 3- не може да се определи като канцерогенно, 4 - не е канцерогенно [6,7,8,9,11,15]. *НИЛ се свързва с група 2В, но изследванията водят към 2А* [4].

Риск за децата и юношите:

- Да избягват използване на мобилни телефони или да се използват много рядко. Да не се оставя телефон в детската количка, да не се ползват бебелефони, <https://besto.bg/naj-dobri-bebefoni/>;
- Децата абсорбират по-голямо количество микровълнова радиация в сравнение с възрастните, техните органи и тъкани се разиват и са по-уязвими – фиг. 3;
- Опасността от микровълни е клас 2В (възможен канцероген);
- Ембрионите са още по-уязвими от децата. Бременните жени да избягват излагането на микровълново лъчение;
- Младите момичета и жени не трябва да поставят мобилни телефони в сутини или близко до гърдите;



Фиг.3. Абсорбция на микровълнова радиация от деца на 5 и 10 години и възрастни.

- Безжичните устройства са радиопредаватели и приемници с възможно опасни последици, не са играчки за деца;
- Необходима е просветителска дейност;
- Въздействието на външното ЕМП върху зарядите на йоните в органите и тъканите води до отклонение работата на БО и БТ.

5.2. Принципи за предпазване от НЙЛ

Принцип на превантивността

- Принципът предполага да се взимат мерки за избягване на увреждане, въпреки че не е сигурно, че то може да се случи. Този принцип е общ подход към риска и не се отнася специално към един или друг фактор;
- 1996 г. - Световната здравна организация стартира Международен проект „Електромагнитни полета“, в който се дидкутира този принцип;
- Европейската агенция за околната среда през 2001 г. инициира „Закъснели уроци от ранни предупреждения: Предупредителен Принцип 1996-2000“, ЕЕА, 2001, в който се разглежда принципа;
- Въведен е терминът електромагнитна „свръхчувствителност“ [1], изискващ прилагане на принципа на превантивността.

Принцип на предпазливостта

- Препоръчва се продължителността на разговор по мобилен телефон да е 2-3 мин., а максимум 6 мин. и поне 30 мин. без разговор;
- Да се избягват разговори при “слаб сигнал” в мазе, тунел, асансьор, метро, кола, автобус, в планина и др. Клетъчният телефон обикновено излъчва максимален сигнал;
- Да се използват предпазни средства при възможност: телефонът да се държи по-далече от главата, да се използват жични “hands-free” устройства;
- Да се избира безжичен телефон по указаната стойност на плътността на потока на мощността при стандартни условия на използване;
- Да се пази телефона далеч от очи, тестиси, сърце, хипоталамуса.
- Да се има предвид характеристиките на базовите станции - мощност, тип на клетката, секторност на антената, усилването ѝ, посоки на главните лъчи, да се стои далеч от тях.

6. Разпространение на 5G технологията

За 5G технологията са необходими са нови стандарти за безопасност основани на адитивна експозиция, на носещата честота, честотната лента, модулацията и други биологично значими свойства. При попадане в тялото на микровълнови импулси, движещите се заряди стават вторични излъчватели и изпращат ЕМВ навътре в тялото (принцип на Хюйгенс-Френел). ЕМВ на 5G технологията се разпространяват на разстояние по-малко от 100 метра.

През май 2020 г. SpaceX стартира първите си 60 кораба, които работят на орбита от около 550 километра от Земята за работа с 5G технология (Международната космическа станция е на около 400 км над Земята.) [3,13,14,16,17,18]. WorldVu, Boeing, Telesat Canada and Iridium, Amazon, Facebook също се подготвят да извеждат спътници за работа с 5G.

В България се предлагат рутери основани на 5GHz технологията на адреси: <https://www.pazaruvaj.com/ruteri-c3144/>, <https://www.emag.bg/bezzhichen-ruter-300mbps-5g-dual-band-4-porta-300mbps-4-anteni-x15/pd/D3DPLCBBM/>, <https://bazar.bg/obiava-27929305/ruter-bezzhichen-router-tp-link-archer-c25-ac900-wi-fi-dual-band-900mbps-s-4-moshtni-vanshni-anteni-x5-db>, <https://bazar.bg/obiavi/ruteri?q=5G>, <https://besto.bg/naj-dobri-bebefoni/> и др.

На адрес се предлагат рутери <https://www.ui.com/unifi/unifi-ap-ac-lr/> за използване в помещения и извън тях на 2.4 GHz носеща честота със скорости 300 Mbps, 450 Mbp и 800 Mps, а съвместно с тях 5 GHz и скорости съответно 867 Mbps, 1300 Mbps и 1733 Mbps. Вижда се, че скоростите на предаване на при 5GHz техноогия е около 2.5 пъти по-голяма в сравнение с 2.4 GHz.

На адрес <https://www.ui.com/products/#airfiber> се предлагат радио системи на честоти 60 GHz, 24 GHz и 5 GHz със скорости от 1.4 GBpS до 2 GBpS на разстояния от 2 км до 20 км.

“To be, or not to be, that is the question”

Отрицателните последици от масовото навлизане на настоящите технологии се определят от огромни печалби и незнанието за последиците. Улеснявайки живота ни, тези технологии се превръщат в „наркотик“ с непредвидими последици. *Хуманността ни е подчинена на законите на свободния пазар, а те я изключват.*

7. Заключение

Указаните въздействия на безжичните технологии върху БО, въпреки че е необходимо още много изследвания да се извършат, поставят въпроса, докъде можем да продължаваме с интензивното им въвеждане, без предварително да е достатъчно задълбочено изследвано въздействието им върху живите организми. Според защитниците на въвеждане на безжичните технологии на високи GHz не е доказано, че тия честоти ни вредят. От друга страна обратното, тия които са срещу тяхното въвеждане, указават, че не е доказана безвредността им. Очевидно е, че такава конфронтация не води до разумен за нас път и резултат. Когато се предписва едно лекарство, то най-малкото не трябва да вреди, ако не помага. А дали наситина не вредят безжичните технологии? В своето развитие като биологичен вид, ние сме били подложени и сме се приспособили на въздействието на електромагнитното излъчване идващо от слънцето, на въздействието на магнитното поле на Земята и космическото лъчение, доколкото то достига до нас. Максимално високоенергетично космическото лъчение $3 \times 10^{20} \text{ eV}$ преминава през атмосферата, чиято линейна плътност е 1030 g/cm^2 в посока към морското равнище. Но средната му енергия е само 0.3 GeV ($4.8 \times 10^{-11} \text{ J}$), което почти напълно се поглъща. Приспособяването на биологичните видове животни и растения е станало за продължителен период от време. Използваните безжични устройства се използват от твърде кратко време (около 20 г.), от друга техните характеристики се променят през няколко години в посока на повишаване на въздействието върху БО. Необходимо е внимателно обмисляне на въвеждането им. В началото на миналия век, когато не е изследвана вредата от радиоактивните лъчения (йонизиращите лъчения), работено е с радиоактивни вещества. Това довежда до заболявания и летален изход на работещите с тях. Изветна е сентенцията, че *единствената поука от историята на човечеството е, че човек не си прави поука от историята на човечеството. Би трябвало да се прояви достатъчно разумно поведение, а не единствено материалистичен поглед!*

Използване на симулационен софтуер за изследване плътността на потока на мощността погълнат от човешкото тяло и отделни органи при

различни условия и нейонизиращите лъчения, а също така и върху растения и животни е едно възможно продължаване на тия изследвания. Друга такава насока е изследване и анализиране на приетите ЕМВ на 2,4GHz и 5GHz технологии от мобилните телефони от различни източници.

Литература

1. Израел М., Иванова М., Шаламанова Цв., Зарябова В., Ръководство по защита от нейонизиращите лъчения - Нейонизиращите лъчения, човекът и околната среда, под ред., изд. Национален център по общественото здраве и анализи, 2017.

2. Наредба № 9 от 1991 г. за пределно допустими нива на ЕМП в населени територии и определяне на хигиенно-защитните зони около излъчващи обекти (Обн. ДВ. бр.35 от 3 май 1991г., попр. ДВ. бр.38 от 14 май 1991г., изм. ДВ. бр.8 от 22 януари 2002 г.

3. <https://www.advancedwireless.org/wp-content/uploads/2018/05/COSMOS-Overview-2018.pdf>.

4. https://www.researchgate.net/publication/224161173_Popularity_Funding_for_Health-Effect_Research_and_Cell-Phone_Addiction - journal *IEEE „Antennas and Propagation Magazine”*, prof. James C. Lin.

5. Larik RSA, Mallah GA, Talpur MMA and et al, Effects of Wireless Devices on Human Body, Journal of Computer Science & System Biology, Volume 9(4) 119-124 (2016)123, https://www.researchgate.net/publication/305792822_Effects_of_Wireless_Devices_on_Human_Body - 18.02. 2019

6. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Non-Ionizing Radiation, Part 1: Static and Extremely Low-Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields, World Health Organization, International Agency For Research On Cancer Press, Lyon, France, 2002.

7. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Non-Ionizing Radiation, Part 2: Radiofrequency Electromagnetic Fields, IARCPress, Lyon, France, 2013.

8. International Committee on Electromagnetic Safety, <http://www.ices-emfsafety.org/>.

9. Internatanal Commission on Non-Ionizing Protection, <http://www.icnirp.org/>.

[9] Наредба № 9 от 1991 г. за пределно допустими нива на ЕМП в населени територии и определяне на хигиенно-защитните зони около излъчващи обекти (Обн. ДВ. бр.35 от 3 май 1991г., попр. ДВ. бр.38 от 14 май 1991г., изм. ДВ. бр.8 от 22 януари 2002 г.)

10. [18] World Health Organization, Framework for Developing Health-Based EMF Standards, Switzerland, <http://www.who.int/peh-emf>.

11. World Health Organization, International Agency for Research on Cancer, Classifies Radiofrequency Electromagnetic Fields as Possibly Carcinogenic to Humans, <http://www.who.int/en>.

12. Federal Communication Commission - www.fcc.gov

13. <https://www.techrends.bg/2019/08/14/5g-health-questions/>

14. <https://www.5gspaceappeal.org>

15. <http://interphone.iarc.fr> - международен проект INTERPHONE, International Agency for Research on Cancer (IARC). World Health Organization's International Agency for the Research on Cancer

16. <https://www.space.com/5g-in-space-internet-satellites.html>

17. <https://5gobservatory.eu/public-initiatives/national-5g-plans-and-strategies/#1548944112898-193f0679-8823>

18. <https://ncpha.government.bg/bg/5g?view=article&id=1317&catid=19>

5

19. <https://ehtrust.org>

Йордан Щерев Иванов, доц. д-р, НВУ "В. Левски" – В. Търново, 0887 947 708, jshterev@abv.bg

РАДИОАКТИВНОСТ. ВИДОВЕ, ОСНОВНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ВЪЗДЕЙСТВИЕ ВЪРХУ ЧОВЕКА И ЖИВАТА ПРИРОДА И МЕРКИ ЗА ПРЕДПАЗВАНЕ

Цветелина Славчева

RADIOACTIVITY. TYPES, MAIN CHARACTERISTICS, IMPACT ON HUMAN AND LIVING NATURE AND PRESERVATION MEASURES

Tsvetelina Slavcheva

Abstract: Radioactivity is the spontaneous conversion of unstable nuclei of isotopes of one chemical element into isotopes of another element. Radioactivity was discovered by A. Becquerel in 1896. As a result of attempts to deflect the radiation of radioactive nuclei in the electric and magnetic fields, it has been established that radioactive substances emit three types of radiation: alpha rays, beta rays and gamma rays. A review and analysis of the impact of radioactive particles and rays on humans and living organisms has been made.

Key words: characteristics, isotopes, humans, living organisms, radioactivity, technology.

Увод

Радиоактивност се нарича спонтанното превръщане на неустойчивите ядра на изотопите на един химичен елемент в изотопите на друг елемент, което е свързано с излъчване на елементарни частици или ядра /например ${}^4_2\text{He}$ /.

Радиоактивността, която се наблюдава при съществуващите в природни условия ядра, се нарича естествена. Радиоактивността, получена в резултат на различни ядрени реакции, се нарича изкуствена. Принципната разлика между естествената и изкуствената радиоактивност не съществува, защото свойствата на даден изотоп и законите на неговото радиоактивно разпадане зависят от начина, по който се образува неустойчивото ядро [4].

Към естествените източници на радиоактивност спадат лъченията съществуващи навсякъде около нас радиоактивни елементи и космическо лъчение. Съществува мнение, че естествената радиация предизвиква известни мутации в организмите и това е фактор в еволюцията на организмите. В природата съществува естествена радиоактивност, която по

никакъв начин не може да бъде намалена, поради това не може да се каже, до сега човекът и другите живи същества не са били под въздействието ѝ. Още в самото зараждане на планетата Земя, в нея са включени някои радиоактивни вещества [5]. Поради дългия си период на полуразпад, те все още излъчват радиолъчи. Дори съществуват цели зони в земния релеф, където естествената радиоактивност е по-висока от среднестатистическата. Някои от тези места имат дори лечебни свойства.

Закон на радиоактивно разпадане – обяснение

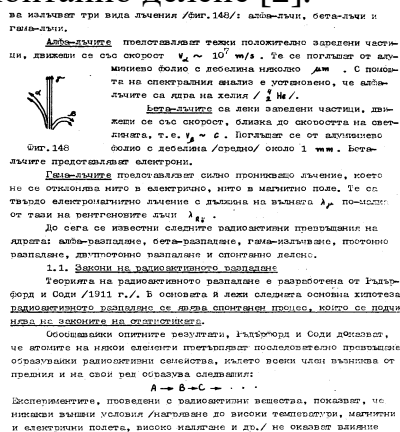
Радиоактивността е открита от А. Бекерел през 1896г. В резултат на опитите по отклоняване на лъчението на радиоактивните ядра в електрическото и магнитното поле е установено, че радиоактивните вещества излъчват три вида лъчения: алфа-лъчи, бета-лъчи и гама-лъчи.

Алфа-лъчите представляват тежки положително заредени частици, движещи се със скорост $v_{\text{alfa}} \sim 10^7 \text{ m/s}$. Те се поглъщат от алуминиево фолио с дебелина няколко микрометра [7]. С помощта на спекталния анализ е установено, че алфа-лъчите са ядра на хелия $/ {}^4_2\text{He} /$.

Бета-лъчите са леки заредени частици, движещи се със скорост, близък до скоростта на светлината. Поглъщат се от алуминиево фолио с дебелина около 1мм. Бета-лъчите представляват електрони [8].

Гама-лъчите представляват силно проникващо лъчение, което не се отклонява нито в електричното, нито в магнитното поле. Те са твърдо наелектромагнитно лъчение с дължина на вълната, по-малко от тази на рентгеновите лъчи“.

До сега са известни следните радиоактивни превръщания на ядрата: алфа-разпадане, бета-разпадане, гама-разпадане, протонно разпадане, друпротонно разпадане и спонтанно делене [2].



Фиг. 1. Видове радиоактивни излъчвания

Закони на радиоактивното разпадане

Теорията на радиоактивното разпадане е разработена от Ръдърфорд и Соди през 1911 г. В основата ѝ лежи следната основна хипотеза:

радиоактивното разпадане се явява спонтанен процес, който се подчинява на законите на статистиката.

Обобщавайки опитните резултати, Ръдърфорд и Содди доказват, че атомите на някои елементи претърпяват последователно превръщане образувайки радиоактивни семейства, където всеки член възниква от предния и на свой ред образува следващия: $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow \dots$

Експериментите, проведени с радиоактивни вещества, показват, че никакви външни условия (нагряване на високи температури, магнитни и електрични полета, високо налягане и др.) не оказват влияние върху характера и скоростта на разпадането. Радиоактивността се явява свойството на атомното ядро и за даден вид ядра, намиращи се в определено енергетично състояние, вероятността за радиоактивно разпадане за 1 секунда е постоянна.

Тъй като процесът на разпадане е спонтанен, изменението на ΔN на наличния брой ядра N за време dt се определя само от броя на радиоактивните ядра N и на изминалото време dt т. е. - $dN = \lambda N dt$

Коефициентът на пропорционалност (λ) се нарича константа на разпадането [4]. Изразът представлява закона на радиоактивното разпадане в диференциална форма.

Въздействие на радиоактивността върху човека и живата природа

Облъчването на човек или други живи организми може да доведе до соматични или генетични увреждания. Соматичните са тези, които дават отражение само върху един отделен човек, а генетичните могат да се проявят в първото или някое от следващите негови поколения. Към соматичните ефекти се отнасят пораженията на клетките, участващи в жизнената дейност на организма, например клетките на кръвта и на костния мозък.

Преминаването на алфа, бета и гама лъчите през биологичните тъкани може да ги увреди необратимо, като предизвиква значителна йонизация. Това може да причини сериозни смущения и изменения в редица жизненоважни органи [6].

Особено опасно е това, че въздействието на радиоактивните лъчения не се улавя непосредствено от човешките сетива и в първите моменти човек дори не разбира, че е подложен на опасно за здравето и даже смъртоносно радиоактивно облъчване. Така например Мария Кюри почти през целия си живот носи епруветки с радиоактивни вещества със себе си, без да знае за вредните ефекти. Така семейство Кюри провеждат научните си експерименти в отсъствие на каквато и да било защита срещу радиоактивните вещества. Интензитетът на радиоактивното лъчение, на което са били подложени, е толкова голям, че докосването до използваната

от тях лабораторна апаратура, книги и тетрадки е все още твърде опасно, поради което те се съхраняват в кутии с оловна защита.

Въздействието на радиоактивните лъчения върху биологичните обекти се изучава от така наречената радиобиология, наука намираща се на границата между физиката и биологията [9]. От биологична гледна точка въздействието на лъченията може да носи смърт и тежки заболявания или пък спасение от други, нелечими по друг начин заболявания в зависимост от степента на облъчването.

Радиоактивните лъчения имат свойството да умъртвяват клетки [10]. Това свойство се прилага за стерилизиране на хранителни, фармацевтични и други продукти. Лъчетерапията използва факта, че под действието на лъченията раковите клетки умират по-бързо, от колкото обикновените.

Облъчването с йонизираща радиация може да бъде външно – от източник, разположен извън организма, или вътрешно – от погълнати радиоактивни вещества. При много големи дози радиацията и в двата случая се развива остра лъчева болест, която има 5 форми:

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

При малки, но постоянни дози или при несмъртоносни дози, ефектът се проявява след известно време. Развива се хронична лъчева болест. Изразява се умерено намаляване на броя на кръвните клетки както и във вялост, раздразнителност, потене, безапетитие. Най-страшната последица на хронично лъчевата болест е ракообразуването. Ракът на кръвта, наречен още левкемия, е една от главните причини за смъртта.

Биологично действие на йонизиращата радиация на субклетъчно ниво.

1. Биологично действие на йонизиращата радиация върху белтъците. Под влияние на големи дози настъпва деструкция. При облъчване с малки дози настъпват биохимични изменения в белтъците. Възникват реакции на дезаминиране, декарбоксилиране, окисление, разкъсване на водородни връзки. В резултат на това се увреждат аминокиселините и се получават биологично активни вещества, които променят обмяната в клетките. Получават се и атипични белтъци, чужди за организма, които предизвикват алергични реакции. Увреждат се нуклеиновите киселини, дезактивират се ензимите.

2. Биологично действие на йонизиращата радиация върху въглехидратите. Наблюдава се увеличен синтез на гликоген и увеличаване на количеството му в черния дроб. Увеличава се съдържанието на глюкоза в кръвта.

3. Биологично действие на йонизиращата радиация върху мастите. Под действието на радиацията се образуват ненаситени мастни киселини, които са лабилни по отношение на молекулярния кислород и лесно се окисляват до липопрекиси. Тези липопрекиси са химически силно активни и увреждат клетката.

4. Биологично действие на йонизиращата радиация върху ензимите. Йонизиращата радиация предизвиква промяна в активността на ензимите в следните насоки:

а/ активиране – най-вече на протеолитичните ензими, ензимите разграждащи фосфорните съединения и др.;

б/ инактивиране – наблюдава се при малко на брой ензими;

Според съвременната теория за въздействието на йонизиращата радиация на субклетъчно ниво уврежданията се дължат на възникването на много различно действащи токсични вещества, които са аномални продукти на обмяната.

Биологично действие на йонизиращата радиация на клетъчно ниво [3].

Измененията в клетката не са специфични. Възникващите физични, физико-химични и биохимични процеси могат да предизвикат различни клетъчни увреждания, включително и смърт на клетката.

Степента на увреждане на клетките зависи от следните техни характеристики:

а/ радиочувствителност на клетката; тя варира в широк диапазон; пропорционална е на възпроизводителната способност на клетките и обратно пропорционална на деференцираността им;

б/ първична поражаемост на клетката – характеризира се с промените, настъпващи в клетката под влияние на йонизиращата радиация до настъпването на митозата;

Относно радиочувствителността на структурните елементи на клетката е известно, че ядрото е много по-чувствително от цитоплазмата и промените, които настъпват в него са необратими. Йонизиращата радиация е мощен мутагенен фактор, т.е. предизвиква мутации в ДНК структурите на клетката.

Биологично действие на йонизиращата радиация на тъканно ниво.

Влияние върху нервната тъкан.

В началото настъпват функционални промени в ЦНС, които имат фазов характер. Първите минути след облъчването се наблюдава усилване

на активността на кората на главния мозък като в последствие тази активност намалява и се достига до пълно подтискане. Нарушава се функционалното състояние на вегетативните центрове – настъпват изменения в терморегулацията, кръвното налягане, изменения в отделянето на стомашен сок и в моториката на червата [1].

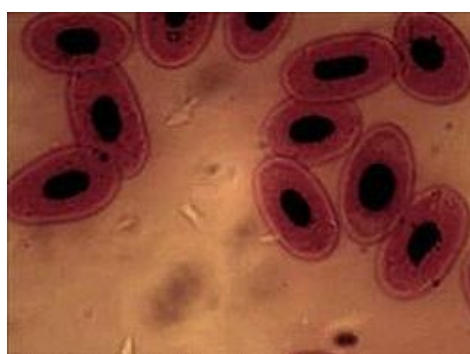
Морфологичните изменения в ЦНС са главно съдови. Най-големи структурни изменения възникват в хипоталамусната област.



Фиг.2. Влияние на нервна клетка

Влияние върху кръвотворната тъкан.

Тя показва висока радиочувствителност. Засягат се червения костен мозък, лимфните възли и други лимфоидни органи. При облъчване с високи дози настъпват деструктивни изменения в кръвотворните органи. В периферната кръв се наблюдават лимфопения, тромбопения, еритроцитопения. Настъпват биохимични изменения в белтъците, мастите, ензимите и електролитите. Смуцава се кръвосъсирването и се появяват токсични продукти.

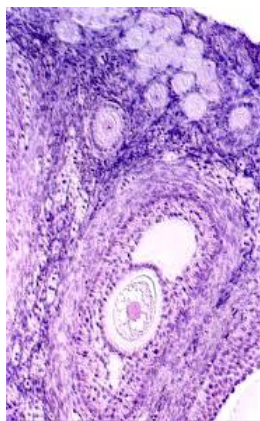


Фиг. 3. Кръвна клетка

Влияние върху половата тъкан.

В зависимост от погълнатата доза йонизиращата радиация причинява смърт на част от половите клетки. Това определя клетъчната радиочувствителност на половите клетки. Лъчечувствителността на

останалите живи полови клетки, които стават носители на увреждане определят генетичната лъчечувствителност на половите клетки. От мъжките полови клетки генетично най-лъчечувствителни са сперматидите, следвани от сперматозоидите и сперматоцитите. От женските полови клетки генетично най-лъчечувствителни са зреещите и зрелите фоликули.



Фиг.4. Влияние върху полова клетка

Влияние върху храносмилателната система.

С най-голяма радиопоражаемост при големи дози са тънките черва. Разрушава се чревния епител и се нарушават неговите физиологични функции. Променят се кръво- и лимфообръщението на чревната стена. В лигавиците на червата възникват хеморагии, които се превръщат в огнищни некрози и язви. Нарушава се и моторната дейност на червата. Тези промени водят до нарушаване на храносмилането, проницаемостта на чревната бариера и водно-солевия баланс на организма.

Влияние върху сърдечно-съдовата система.

Наблюдават се тахикардия и хипотония. Намалява проницаемостта на капилярите, те стават чупливи и настъпват кръвоизливи.

Влияние върху ендокринната система.

В началото се наблюдава стимулация на ендокринните жлези, а впоследствие настъпва подтискане на функциите им. Най-лъчечувствителни са хипофиза и надбъбреци.

Влияние върху имунобиологичната активност на организма.

Имунната система е най-радиочувствителна и в резултат на това подтискането на имунитета се наблюдава още в най-ранния етап след облъчването.

Мерки за защита и правилата за поведение на населението при повишена радиоактивност.

Поведение на населението в 30-километровата зона на АЕЦ, в първите часове след аварията:

- При възникването на радиационната авария, с опасност за населението, ще бъдете уведомени своевременно. Сигналът се подава чрез локалната сиренна система на АЕЦ „Козлодуй”, Българското национално радио, Българската национална телевизия, местни радиотранслационни възли и други средства.

- Спазвайте конкретните указания на специализираните органи на МВР.

- Ако компетентните органи препоръчат, извършете йодна профилактика по дадената ви схема. Не вземайте йодни таблетки по собствена преценка.

- Имайте готовност да бъдете евакуирани, за целта следете подаването на съответния сигнал. Поставете в полиетиленови пликове документи за самоличност, пари, лекарства, носими ценности, комплект върхни дрехи, храна за две-три денонощия, питейна вода.

- Ако имате в дома си противорадиационно укритие, веднага го заемете, при липса на укритие вземете мерки за уплътняване на вратите и на прозорците.

- Консумирайте само трайни и консервирани продукти.

- Ограничете излизането от дома си, ако това е наложително използвайте противогаз, противопрашни маски, марлени превръзки. След пребиваване на открито свалете обувките и върхните дрехи и ги приберете отделно.

- Спазвайте правилата за лична хигиена.

- Следете информацията за обстановката по радиото и телевизията. Изпълнявайте точно указанията на Главна дирекция „Пожарна безопасност и защита на населението”.

При получаване за сигнал на евакуацията

- Изключете електрическата, газовата и водопроводната мрежа и загасете печките, затворете вратите и прозорците и спуснете пердетата, вземете със себе си най-необходимото.

- Евакуация с личен транспорт до пункта за специална обработка ще се разрешава само ако предварително ви е даден специален евакуационен пропуск.

- Не вземайте домашни животни, затворете добитъка и оставете в помещенията вода и храна за 2-3 дена. Ако е необходимо животните ще бъдат евакуирани допълнително от съответните органи.

- В пунктовете, на границата на 30-километровата зона, ще получите указания за новото ви местожителство [11].

Поведение на населението извън 30-километровата зона на АЕЦ, както и на населението в зоната в случай че не е наложително извършването на евакуация:

Спазвайте лична хигиена

Измивайте ръцете си старателно, особено преди хранене, къпете се всекидневно. Дишайте през носа, а при излизане – през маска или навлажнена кърпа. При влизане в жилището трябва да събуете обувките и да свалите връхните дрехи [9]. Съхранявайте ги отделно.

Не допускайте замърсяване на вашето жилище

Децата трябва да останат въщи до изясняване на обстановката. Затворете прозорците и ги уплътнете добре. Проветрявайте само при тихо време и то чрез прозорец, на който сте поставили 3-4 пласта тензух или друго парче плат. Не метете и не тупайте, почиствайте ежедневно с влажна кърпа. При ползване на прахосмукачка изходящата струя трябва да се филтрира допълнително през мокра кърпа. Изпирайте често дрехите и спалното бельо, не сушете на открито. Хранителните продукти съхранявайте в плътно затворени съдове, следвайте указанията за кулинарната им обработка.

Когато сте на открито

Не предприемайте излети и разходки сред природата. Ограничете пътуванията, особено по черни и прашни пътища. Необходимо е често да се мият улиците и тротоарите [8]. Не метете двора, оросявайте със струя вода тревните площи и обливайте пътеките около къщата си.

Не сядайте на тревата и другите зелени площи. Не се къпете в открити водоеми.

Обработка на хранителни продукти и вода

Не консумирайте хранителни продукти, за които е обявена временна забрана. За предпочитане е да използвате наличните консервирани и други трайни хранителни продукти. Ако се налага пренасяне на храни, поставете ги в найлонови торби. Запазването на хранителните продукти трябва да става в мазета, затворени килери и ниши или в херметически затварящи се съдове. Обработвайте и приготвяйте храните в затворени помещения. Изключете от менюто си листните зеленчуци и млякото. Сравнително безопасни са оранжерийните плодове и зеленчуци, морковите, картофите, птичето и свинското месо, както и океанската риба. Използвайте сухо мляко за ежедневното меню на децата. Замърсените хранителни продукти, които не подлежат на термична обработка, консумирайте само след обилно измиване с вода и допълнително изкисване за 24 часа. При готвенето обезкостете и нарежете месото на парчета до 70 г, накиснете го за 24 часа във вода (1:4) и изхвърлете водата. Сварете месото и изхвърлете първия бульон. Вода за питейни и домакински нужди се взема само от закрити, контролирани и разрешени за ползване водоизточници. Препоръчително е децата да пият предимно минерална вода с ниско съдържание на радон.

Мерки за опазване на животните и селскостопанската продукция

През първия период на високо замърсяване животните да не се извеждат от оборите. Да се преустанови пашата, а храненето да става с

навлажнени концентрирани или с груби фуражи. Боксовете и другите закрити помещения да се измиват ежедневно с вода.

Останалите на открито сено и други фуражи да се ползват след отстраняване на горния слой (10-15 см). Добитите през периода фуражи да се складират за около 2 месеца. Реколтата да се събира във възможните най-късни агротехнически срокове. За намаляване на степента на замърсеност на растителните суровини спазвайте конкретните указания на компетентните органи за обработването на продуктите и сроковете за използването им.

Използвана литература:

1. <https://prezi.com/zl7nbimossrc/presentation/>;
2. https://lubopitko-bg.com/biologichno_deistvie_na_ionizirashtata_radiacia.html;
3. <https://www.mvr.bg/blagoevgrad>;
4. Ядрена физика, Ст. Статев, ВИ, 1987 г;
5. Експериментална ядрена физика, Ст. Статев, ВИ, 1986 г;
6. Долчинков Н. Т., Действия на населението при извънредни ситуации, монография, Издателски комплекс на НБУ „Васил Левски“, ISBN 978-954-753-306-6, стр.186, 2000 г;
7. Dolchinkov, N., B. Karaivanova-Dolchinkova, Radiation effect on human and living nature. International scientific journal: Science. Business. Society 5. 2016. стр. 59-61;
8. Dolchinkov, N., State of the population disclosure systems in the changing radiation situation in Bulgaria, 12th International Scientific and Practical conference Environment. Technology. Resources. ISBN 1691-5402, Vol 1, 20-22.06.2019 г. Резекне, Латвия, стр. 54-58;
9. Dolchinkov, N., N. Nichev, Characteristics of radiation. Revista. Sibiu. Rumania. no.2 (82). 2016, стр. 184-189;
10. 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;
11. Димитров Б., Проблеми и перспективи на обучението в областта на ЯХБЗ в НБУ „Васил Левски“, Годишник на НБУ „Васил Левски“ част 1, 2019 година, Издателски комплекс на НБУ „Васил Левски“ В.Търново, ISBN 1312-6148, стр. 235-243.

Адрес за кореспонденция:

Цветелина Николаева Славчева: НБУ „Васил Левски“, Велико Търново, България;, E-mail: mina_1980@abv.bg

ПЕТА ГЕНЕРАЦИЯ КОМУНИКАЦИОННИ МРЕЖИ – РИСКОВЕ И БЕЗПОЧВЕНИ ТРЕВОГИ

Тони Борисов

FIFTH GENERATION COMMUNICATION NETWORKS – RISKS AND UNREASONED ALARMS

Tony Borisov

Abstract: *The fifth generation of communication networks, in short 5G, has become a topical issue over the past year. People around the world are afraid of the new technology, extremists are resorting to illegal measures to destroy 5G towers. The fear of new technologies is not something new, but has been inherent in people since time immemorial. A similar problem with technology that emits electromagnetic waves mainly in the infrared part of the spectrum, with frequencies 7500 times higher than those of 5G, began to spread in the late 19th century, namely street lamps. Back then, people were also afraid of the incandescent bulb and destroyed street lamps, but today this technology is everywhere. What are the real risks of 5G technology, is there anything to be afraid of or is history just repeating itself?*

Key words: *communication networks, 5G, technology, waves, danger*

Увод

Петата генерация комуникационни мрежи, накратко 5G, се превърна в актуален проблем през изминалата година, след като започна по-масовото разпространение на технологията [1]. Еволюцията в телекомуникационните мрежи, “5G” буквално означава, пето поколение, и се различава от предишните поколения, заради по-високите честотите, на които излъчва. От 3.5GHz до няколко десетки гигахерцове. В сравнение, работната честота на 4G е от 600MHz до 6GHz. Заради това, хора от цял свят се страхуват от новата технология, екстремисти прибягват към незаконни мерки, разрушавайки ценна инфраструктура, т.н. 5G кули.

В интернет върлуват митове за птици, убити след провеждане на тестове на технологията. Най-известният такъв случай е на 297 умрели птици в Хага, Нидерландия. В последствие истинската причина се изяснява в лабораторията за ветеринарни изследвания във Вагенинген (Wageningen Bioveterinary Research), която е извършила аутопсия на част от птиците [3, 4]. Основната причина за смъртта е кръвоизлив, вследствие от травма. В птиците са били намерени останки от обикновен тис, т.н.

отровачка. Какво се е случило? Вследствие на отровата птиците са паднали по време на полет, а отравяне е най-честата причина да видите мъртва птица, където и да е по света. Тестове на 5G, не са били провеждани по това време в Хага. Цялата история тръгва от блог за конспирации.

Дезинформацията и мисинформацията са навсякъде. Сигурен съм, че сте чували всякакви налудничави теории. Например, 5G отслабва имунната система, причинява глобалната пандемия, а в повечето случаи вредата е свързана с рак [2,11]. Но и в повечето случаи журналистите предизвикващи такива новини, нито са специалисти по радиация, нито онколози или лекари, а специалисти по предизвикване на големи сензации, както казва д-р Габриел Димитров, основател на фондацията “Българско рационално общество”. И въпреки това, е пълно с хора, които подкрепят тези мнения, без да се замислят за източниците им на информация, камо ли за основните им знания по физика. Когато повечето хора чуват за радиация или електромагнитни лъчения кожата им настръхва. За жалост малко хора, могат да разграничат разликата от йонизираща и нейонизираща радиация.

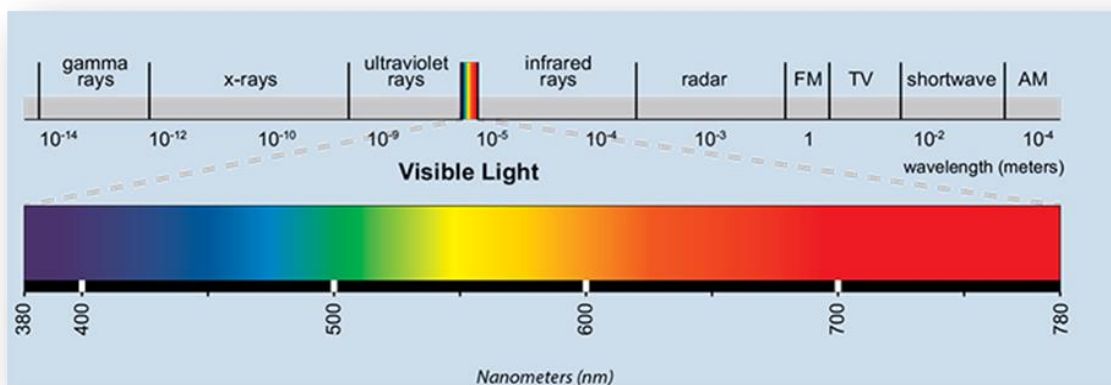
Ситуацията, пред която сме изправени не нещо ново. Страхът от новите технологии е присъщ за хората от край време. Подобен проблем с технология, която излъчва електромагнитно лъчение основно в инфрачервената част на спектъра, който е с честоти, до 7500 пъти по-големи от тези на 5G, започва да се разпространява в края на 19-ти век. Днес тази технология е навсякъде около нас, и това са именно уличните лампи [6]. Тогава хората също се страхуват от крушката с нажежаема жичка и разрушават улични лампи, но днес тази технология е навсякъде, дори се превръща в отживелица, заменена от много по-ефикасни светлинни източници.

Целта на този доклад, е да запознае аудиторията с електромагнитните лъчения, безжичното предаване на информация и да развенчае безсмислените конспирации. Вследствие на това, сами ще можете да отговорите на въпроса дали 5G технологията дава реални поводи за страх или просто историята се повтаря [14].

5G и спектърът на светлината

За да разберем какво представлява петото поколение телекомуникационни технологии, първо трябва да разгледаме природата на нещата и науката зад физичните явления. За целта трябва да сме наясно със спектърът на светлината.

Той включва всички електромагнитни лъчения, от гама и рентгеновите лъчи, ултравиолетовата, видимата и инфрачервената светлина, микро и радиовълните [9].



Фиг. 1 Спектър на светлината

Самата дума радиация, идва от латински и означава да отделяш лъчи. В разговорния език, в повечето случаи когато говорим за радиация, се обръщаме към гама и рентгеновите лъчения, както и високочестотната част на ултравиолетовата светлина, които представляват йонизираща радиация. Такава радиация има потенциала да изкара електрони от атомите или молекулите, следователно да ги йонизира. Когато светлина с такава честота достигне до клетките в нашето тяло, тя ще ги нарани или дори убие. Ако достатъчно голяма част от клетките са мъртви, функцията на жизненоважни органи бива прекратена. Ако са само наранени, има вероятност да се възстановят, но може да се възстановят неправилно, а това причинява рак.

Честотата представлява бройка събития, които се случват за период от време. Във физиката, честотата се измерва в Херц (Hz) и в нашият случай представлява броят на вълните, които преминават фиксирана точка в единица време.

Максималният брой вълни, които 5G ще достига са около 90GHz или 90 милиарда вълни в секунда, едно невъобразимо голямо число. Но нека да го сравним с честотата на видимата светлина. Това е светлината, която Слънцето излъчва с най-голям интензитет. Тя заема дължини на вълните от 430nm до 700nm. Следователно ако използваме зависимостта $c = \lambda \nu$, получаваме средна дължина на вълната от $\sim 531000\text{GHz}$ ($\nu = c / ((430+730)/2)$). Това представляват 531 трилиона трептения всяка секунда, число, което е 5900 пъти по-голямо от най-високата честота на 5G. Не само това, но и кулите не излъчват през цялото време и във всички посоки. Антените се насочват към съответните устройства, вместо да разпространяват вълните навсякъде. Докато слънчевата светлина огрява Земята през целия ден и задвижва живота на планетата. Когато Слънцето е перпендикулярно на хоризонта, до земната повърхност достигат 1000W/m^2 . Мощност достатъчна да захрани два до три големи плазмени телевизора. Енергията идваща от нашата звезда е огромна, нашите технологии са едно нищо

сравнение с нея и все пак не чувам хора да протестираат против Слънцето. В спектъра на светлината милиметровите вълни заемат честоти до 300GHz. Дори 5G кулите да излъчваха вълни с такава честота, пак нямаше и да доближат прага на опасност. Няма доказателства, че нейонизиращата радиация причинява онкологични болести. Тя единствено предизвиква затопляне.

Например инфрачервеното отопление, превръща електрическата енергия в инфрачервени лъчи, които биват погълнати от кожата [1,5]. В резултат на това, се създава ефект на затопляне. Такива печки могат да достигнат работна мощност от 1500W и повече. Честотите на инфрачервената светлина надвишават 380000GHz, как противниците на 5G не са се сетили?

За да разберете затоплящият ефект по-добре, сетете се за ден, когато времето е горещо и на вас ви е топло, търсите сянка, защото под нея е по-хладно. Но въздухът под сянката не е по-студен от този извън нея, заради неговата бърза конвекция. Хладината се усеща защото махаме ефекта от лъчистата енергия, която получаваме от Слънцето.

Всъщност, поради насочеността си, 5G антените облъчват значително по-малко от 4G антените, които излъчват във всички посоки. Когато използвате 5G вие получавате свой собствен „лъч“. Това е по-висока експозиция, защото е специфична за вас, но за по-малко време, защото е само когато имате нужда от нея [8]. А други, които не използват 5G, получават много по-малко експозиция.

Организация, наречена Международна комисия за защита от нейонизиращо лъчение (ICNIRP), поддържа международни насоки за излагане на електромагнитни полета (ЕМП). ЕМП се измерват в единица, наречена волта на метър (V/m). Колкото по-високо е измерването, толкова по-силно е излъчването. Електрическите уреди, продавани от реномирани марки, тестват своите продукти, за да гарантират, че ЕМП попадат в границите на ICNIRP. Комуналните служби и правителствата са отговорни за управлението на ЕМП, свързани с електропроводи, кули за мобилни телефони и други източници на ЕМП. Естествените електромагнитни полета са ~200 V/m, електрическа мрежа (не близо до електропроводи) е ~100 V/m, електрическа мрежа (близо до електропроводи) е ~10000 V/m. Микровълновата фурна е ~14 V/m. Телевизионните и компютърни екрани достигат 10 V/m, а електромагнитните полета от 5G не надвишават 5-6 V/m. Ако изкривим математиката до такава степен, че използвате 5G в продължение на 1 година без да спирате, което е абсурдно, а се излагате на слънчева светлина само по 1 час дневно, вие пак ще бъдете ~70% повече облъчван от Слънцето, отколкото от 5G. Дори и да принизим излагането на естествени лъчения до минимум, то пак е повече, отколкото радиацията от 5G телекомуникационните кули.

Защо се нуждаем от 5G и как работи технологията

Петото поколение мрежи предлагат много повече от възможността да изтегляте филми за миг или да прехвърляте гигабайти към и от вашия смартфон по-бързо. Технологията ще създаде интелигентна система от свързани устройства, събирайки огромни количества данни, които ще променят начина ни на живот и работа [4, 7]. Тя ще бъде невероятно бърза, стабилна и гъвкава. Трансферът на данни при 5G е средно около 10 пъти по-бърз от 4G, а пиковите скорости биха били до 100 пъти по-бързи. Той е с минимална латентност (времето, необходимо на данните за пътуване напред-назад) и има способността да свърже много повече хора и неща едновременно. Апликациите за това са огромни. Те включват неща като автономни коли, реалистична аугментирана реалност, хирургически операции от разстояние, контрол на дроне, подобрена индустриализация, редуциране на тежкия труд и много други неща.

С някои разлики, технологията използвана в петото поколение комуникационни мрежи, не е нещо ново. Познатото на нас радио използва АМ и FM (Amplitude and Frequency Modulation), и чрез промяна на тези стойности, се предава информация. Съществуват и други методи, като рязка промяна между две стойности на честотата или на амплитудата. За да предаде дигитална информация, 5G използва квадратурна амплитудна модулация (QAM). Това е сигнал, в който двама носители изместени във фаза от 90 градуса са модулирани и получената продукция се състои от двете амплитуда и фаза вариации.

Трите основи, чрез които 5G постига своята бързина са високата честотна лента, тя позволява изпращане на данни със скорост над 1GB в секунда. Латентността на сигнала е една милисекунда, за разлика от стотте милисекунди при 4G. Новото поколение технология също може да свърже 10 пъти повече устройства отколкото старото. Милиметровите вълни, с които работи 5G дават по-голяма скорост в обмена на данни, но за нашите цели имат една слабост, не са достатъчно добри за дълги разстояния. Те биват блокирани практически от всичко, включително дъжд. Мислете за тях, като за видима светлина. Освен ако нямате пряка видимост към източника, не забелязвате светлината.

За да се справят с това доставчиците трябва да инсталират огромен брой предаватели. В САЩ, според проучвания, за да се осигури 72% покритие от 100Mb/s и 55% покритие от 1Gb/s ще са нужни 13 милиона антени, и това ще струва 400 милиарда долара. Ако направим пропорция между площта на САЩ и на България, за да се осигурят такива скорости в нашата държава, ще струва ~7,5 милиарда лева.

Максималната скорост на сваляне на данни при такъв обхват би била 1.8Gb/s.

Петото поколение мрежи имат още една новост, наречена “Massive MIMO”, в буквален превод означава масивен многочислен вход и изход. Това са групи антени, които работят на една и съща честотна лента. Еднаквите честоти създават интерференция на вълните, но не забравяйте, че 5G насочва своите сигнали към отделните устройства [8, 13]. Досега предимно използваните честоти достигаха 2,5GHz, а честотите на 5G се целят да достигнат 90GHz, една голяма стъпка напред.

Ако и досега не сте се убедили, 5G е технология с голям потенциал, и не, не е опасна [4, 12]. Електромагнитният спектър започва от крайно ляво с гама лъчите, които предизвикват рак, но и честотите им са невъобразимо по-големи, достигащи 10^{24} Hz. Това число, е много по-голямо от всичко останало, което отбелязвахме. Ако нищо не ви говори, може би трилион трилиона вълнови цикли малко би поразясило. Това е радиацията, която премахва електрони и уврежда ДНК. С по-ниска честота са ултравиолетовите лъчения, същите които в малки дози синтезират нужният за нашият организъм витамин Д и от, които хващаме тен на плажа. В големи дози, високочестотния спектър на ултравиолетовото причинява рак, състаряване и изгаряне на кожата. И все пак, ултравиолетовата част на спектъра започва от $\sim 750000\text{GHz}$ честота, нищо сравнено с 5G, а и не забравяйте, че дори антените да са навсякъде, пак облъчването от природни източници, ще е в пъти по-голямо отколкото от изкуствените.

Нейонизиращата радиация просто причинява затопляне. Същата технология се използва в микровълновите фурни, които използват микровълни, за да затоплят храната. Установка разработена от армията на САЩ, използва 95GHz честота, която кара хората получаващи сигнала, да се чувстват все едно, че са пред врата на фурна и може да причини изгаряния ако са изложени за достатъчно дълго време.

Ефектът е същият когато изгаряме хартия с видима светлина и лупа. Ако мощността и интензитетът са достатъчно големи, повишаването на температурата е значително. За да затоплят храната микровълновите печки използват мощност от 600W до 1200W. Най-големите мощности на предаване на сигнала на 5G антените достигат 120W, изразено в децибел миливатове, величината, която се използва в комуникационните мрежи, това е $\sim 50\text{dBm}$. Обикновено антените биват поставяни на покривите на сгради. Приемаме, че височината на сградата е 30м и човек е на 100м разстояние от сградата. Най-добрите телефони в най-добри условия приемат сигнал със сила -50dBm .

По формулата за загуба на енергия на сигнал по пътя:

$$FSPL = 20\log_{10}(104m) + 20\log_{10}(90\text{GHz}) + 20\log_{10}\left(\frac{4\pi}{c}\right) - 50\text{dBm} - (-50\text{dBm})$$

След като изравним мерките получаваме приблизително -112dBm . Следователно получената мощност от устройството е равна на -112dBm –

(-50)dBm = 62dBm. Превърнато във ватове, силата на сигнала, който е получен от телефона е равна на $6,3 \cdot 10^{-10} \text{W}$ или 6,3 милиардни от вата. Една крушка има около 60W консумация на енергия и излъчваната светлина и топлина ще бъдат в този диапазон. Тъй като вкъщи, разстоянието ви до крушка ще бъде 2-3 метра, въздействието на електрическата крушка върху тялото ви ще бъде повече от милион пъти по-голямо.

Електронволтът (eV) е извънсистемна мярка за енергия във физиката. По дефиниция, един електронволт е енергията, получена от електрона при преминаването му във вакуум през точки с потенциална разлика 1V. За да може да ви навреди радиацията, фотоните трябва да имат достатъчно енергия [10]. Минималната енергия, която може да има негативен ефект, в областта на ултравиолетовата светлина е $\sim 4 \text{eV}$. Лъчението има йонизиращ ефект след енергии от порядъка на $\sim 30 \text{eV}$. Това са лъчения с честоти с над 7254THz. Максималната 5G честота, е около 0.00041eV. Това е 10000 пъти по-малко от нужното, от това да има какъвто и да е вреден ефект, а тук сравняваме 5G с облъчването, което получавате на плажа, когато не носите слънцезащитен крем.

Колкото повече изчисления направя, толкова по-абсурдни стават твърденията на конспираторите.

Заклучение

Всеки, който си има поне малко понятие от физика, ще знае колко абсурдно е, дори обсъждането “вредата от 5G”. Натъквал съм се на предполагаеми “специалисти”, които говорят пълни глупости... Но и специалист в една област, не означава специалист във всички. Истината е толкова проста. За да е налице канцерогенен ефект, трябва да има фотон, зареден с достатъчно енергия, че да може да откъсне електрон от атомната му орбитала. Това е възможно само при светлина с честоти от 1000THz (UVC) и нагоре.

Това е причината, поради която, научният консенсус е единодушен, единствените установени неблагоприятни ефекти върху здравето, свързани с експозицията на електромагнитни полета в честотния диапазон от 3 kHz до 300 GHz, се отнасят до появата на тъканно нагриване и нервна стимулация. Това, на което са способни такива честотни вълни с по-висока мощност е да предизвикат леко затопляне.

Въпреки това, всяка една държава има регулации, които регламентират допустимото затопляне. България има наложени едни от най-стриктните лимити на излъчване в целия свят. Международната комисия за предпазване от не-йонизиращи лъчения (ICNIRP) определя при кои стойности има потенциална опасност за човека. Организацията приема, че такава има ако радиовълните повишат телесната температура с повече от 1 градус по Целзий. След което прилагат максималните прагове

да са 50 пъти под тази стойност. Тоест, препоръките на ICNIRP за максимални излъчвания на целия електромагнитен фон са 50 пъти под потенциално опасните (максимум 0,02 градуса). В зависимост от честотите, нашата държава налага между 45 и 100 пъти под тази стойност.

Максималната стойност на излъчване установена от ICNIRP е 1 mW/cm^2 , а при нас тази стойност е $1 \mu\text{W/cm}^2$. Считайте това за препоръки от предпазливост. Това означава, че е много вероятно да не са толкова необходими, но ако има евентуално някаква несигурност, тя да се избегне.

Международната агенция за ракови изследвания поставя радиовълните в група 2В. Това означава, че е възможен канцерогенен ефект. Но ето как изглежда класацията. Група 1 – канцерогенни за човек, 2А – вероятно канцерогенни, 2В – възможно канцерогенни и 3 – не канцерогенни. Между впрочем, в 2В също влизат кафето и киселите краставички. Няма как напълно да изключим радиовълните, и да кажем, че не причиняват онкологични болести. Науката не работи така, тя е инструмент, чрез който може да бъдем на 99% сигурни в нещо, но никога на 100%. Твърдения от сорта на “никой не е доказал, че 5G не вреди”, са нелогични, защото никой не е дал надеждни доказателства за вредата от технологията, а според материалния методологизъм, основа на научният метод, всичко не съществува до доказване на противното. Ако се страхувате от 5G, то тогава е логично да живеете в пещера, без да ползвате каквото и да е електричество и да не се показвате на слънце. Дори и така, пак ще бъдете облъчен в пъти повече от 5G радиацията изкуственият електромагнитен фон като цяло. Въпреки всичките абсурдни примери, изброени в доклада, българските медии и сайтове, постоянно алармират за някаква си вреда от технологията, без да са се задълбочили въобще по въпроса. Трудно е да се намери качествена информация по темата на български. За щастие в сайтовете на английски език започва да преобладава качествената информация.

Петото поколение комуникационни технологии са продукт на множеството разрешени проблеми от инженерите, натрупани знания и сложност с поколенията. Само до преди 30 години, не сме си и представяли, че можем да имаме достъп до толкова много информация на един клик разстояние. 5G е следващата стъпка в информационната революция – Интернет. Стъпка, която разкрива потенциали и нови хоризонти. Колкото по-бързо превъзмогнем страха от тази нова технология, толкова по-добре за нас.

Използвана литература:

1. Максим Максимов, Георгиос Христукудис (2001): “Физика и астрономия за 10. клас”, “Разпространение на светлината”, стр. 6-7

2. Юлиян Арnaudов (2020): “Как се контролират излъчванията на мобилните мрежи в България”, (www.techrends.bg/2020/05/13/mobile-network-bulgaria-control-6808/)
3. Australian Mobile Telecommunications (2019): “5G EXPLAINED - HOW 5G WORKS”, (<http://www.emfexplained.info/?ID=25916>)
4. Erica Cirino, Debra Rose Wilson, Ph.D., MSN, R.N., IBCLC, AHN-BC, CHT (2019): “Should You Be Worried About EMF Exposure?”, (<https://www.healthline.com/health/emf>)
5. Government of Canada (2015): “Limits of Human Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Energy in the Frequency Range from 3 kHz to 300 GHz”, (www.canada.ca/en/health-canada/services/publications/health-risks-safety/limits-human-exposure-radiofrequency-electromagnetic-energy-range-3-300.html)
6. Jamie Davis (2020): “5G conspiracy theories; what they are, why they are wrong and what can be done”, (www.telecoms.com/503845/5g-conspiracy-theories-what-they-are-why-they-are-wrong-and-what-can-be-done/)
7. John Koetsier (2020): “Your TV Emits More Radiation Than 5G Cell Towers”, (www.forbes.com/sites/johnkoetsier/2020/06/11/5g-radiation-levels-9-comparables-from-everyday-life/?sh=73aadf471696)
8. Kurt Behnke (2019): “Is this anything to worry about? 5G health issues”, (www.grandmetric.com/2019/03/26/5g-health-issues-explained/)
9. Reuters Staff (2020): “False claim: Pictures link bird deaths to new 5G mast in the Netherlands”, (www.in.reuters.com/article/uk-factcheck-starlings-netherlands/false-claim-pictures-link-bird-deaths-to-new-5g-mast-in-the-netherlands-idUSKCN22A3D9)
10. Steven Novella (2019): “5G Is Coming”, (www.sciencebasedmedicine.org/5g-is-coming/)
11. Щерев Й., Някои аспекти на симулацията на специфичния коефициент на поглъщане на електромагнитно поле, XXVI International Science Technical Conference trans& MOTAUTO 2018, “Technics. Technologies, „Bulgaria, 2018 Издателство: Scientific-technical union of mechanical engineeringp, trans-motauto.com, ISSN 1313-5031 (Print), ISSN 2535-0307 (Online), p.4, 394-397, <https://trans-motauto.com/>
12. Dolchinkov, N., B. Karaivanova-Dolchinkova, Application of Industry 4.0 in military production in Bulgaria, International Conference “Process Management and Scientific Developments”, Birmingham, United Kingdom, February 6, 2020, ISBN 978-5-905695-83-4, p 121-130;
13. 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;

14. Трифонов Т., И. Иванов, Особенности при анализ на звукови сигнали с голям динамичен диапазон, Годишник на Националния военен университет Васил Левски, стр. 158-167, Изд. компл. НВУ Васил Левски, Велико Търново, ISSN 1312-6148.

Адрес за кореспонденция:

к-т. мл. серж. Тони Борислав Борисов, НВУ "Васил Левски", Факултет "Артилерия, ПВО и КИС", e-mail: toniborisov2000@gmail.com

ВЗАИМНА ИНДУКЦИЯ. ПРИЛОЖЕНИЕ. ТРАНСФОРМАТОРИ, ВИДОВЕ ТРАНСФОРМАТОРИ. ПРИЛОЖЕНИЕ В ТЕХНИКАТА И ВОЕННОТО ДЕЛО

Димитър Раев

MUTUAL INDUCTION. APPENDIX. TRANSFORMERS, TYPES OF TRANSFORMERS. APPLICATION IN TECHNIQUE AND MILITARY AFFAIRS

Dimitar Raev

Abstract: Ampere studied how the magnetic field acts on a linear conductor through which current flows. The magnetic induction at a point in the field depends on the shape of the conductor through which the current flows, the source of the field. Many wide-ranging radios, field telephones, MANPAD launchers, ground-based radars, transformers, coils, chokes, cable bundles, amplifiers, communication and information units and stations are widely used in military affairs. The main types of induction and the types of transformers that are most often used are also shown.

Key words: appendix. military affairs, mutual induction, technique, transformers.

Увод

Индуктивността на токов кръг (токов контур) е пропорционална на обхванатия от кръга магнитен поток и обратно пропорционална на електрическия ток в кръга.

$$L = \frac{\Phi_B}{I} \quad (1)$$

В международната система SI единица за измерване индуктивност е хенри H [1]. Ако скоростта (V) на промяна на тока (I) в един токов кръг е един ампер за секунда (s) и създадената електродвижеща сила е един волт, то индуктивността на кръга е едно хенри:

$$H = \frac{V \cdot s}{A} \quad (2)$$

При фиксирана дължина на проводника, максимална индуктивност притежава опънат проводник, а минимална – сгънатия на две проводник. Индуктивността на една навивка (на затворен контур) е пропорционална на

обхваната площ S . При фиксирана дължина на проводника най-голяма площ обхваща навивката, чийто контур описва кръг. Затова навивките с кръгла форма пораждат висока индуктивност.

Магнитна индукция.

Ампер е изследвал как действа магнитното поле върху линеен проводник, по който тече ток [4]. Той е установил, че при внасяне на проводника в хомогенно магнитно поле, полето действа на проводника с определена сила F , чиято големина и посока определил експериментално. Оказало се, че силата, която действа на малък елемент $d\vec{l}$ от проводника е пропорционална на големината на тока I , дължината на елемента $d\vec{l}$ и големината на магнитната индукция B на външното поле, като зависи и от взаимната ориентация на полето и проводника (ъгълът между $d\vec{l}$ и $\vec{B}$):

$$d\vec{F} = I[d\vec{l} \times \vec{B}] \quad (3)$$

Полученият израз носи името – Закон на Ампер. Посоката на вектора $d\vec{l}$ е в посоката на тока. Посоката на силата се определя от посоката на векторното произведение $[d\vec{l} \times \vec{B}]$ и следователно винаги е перпендикулярна на проводника, защото е перпендикулярна на вектора $d\vec{l}$. Ако проводникът не е закрепен, той ще започне да се движи в магнитното поле. Ако токът тече в противоположната посока, посоката на силата също ще бъде противоположна (сменя се посоката на $d\vec{l}$, а следователно и на векторното произведение). Това обяснява завъртането на рамката в магнитно поле – по двете срещуположни страни на рамката токовете текат в противоположни посоки и силите, които им действат са също в противоположни посоки. Така се създава двойка сили, които създават въртящият момент M , завъртащ рамката. Когато равнината на рамката стане перпендикулярна на магнитното поле, посоките на силите върху всички страни са също в равнината на рамката – те не могат повече да я въртят, а само да я разтягат. Затова рамката се установява в това положение на устойчиво равновесие.

Големината на силата на Ампер се определя от равенството:

$$dF = IBdl \sin \alpha, \quad (4)$$

където α е ъгълът между посоките на векторите $d\vec{l}$ и $\vec{B}$. Силата ще бъде максимална когато проводникът е перпендикулярен на полето ($\sin \alpha = 1$). Ако искаме да определим силата на Ампер, действаща на целия проводник, трябва да интегрираме цялата дължина l на проводника. Когато проводникът е праволинеен (тогава всички елементи $d\vec{l}$ сключват с $\vec{B}$ еднакви ъгли α) ще получим:

$$F = \int dF = IB \sin \alpha \int dl = IB l \sin \alpha \quad (5)$$

т.е. виждаме, че силата на Ампер, която действа на целия проводник, зависи и от дължината на проводника [4].

Магнитната индукция в дадена точка от полето зависи от формата на проводника, по който тече токът, източник на полето. Друго нейно свойство е, че намалява с увеличаване на разстоянието от източника и е правопрпорционална на тока, който създава полето. При прав проводник, по който тече ток със сила I , големината на магнитната индукция на разстояние r е:

$$B = \mu \frac{I}{2\pi \cdot r} \quad (6)$$

където μ е магнитната проницаемост на средата.

Посоката на магнитната индукция можем да открием чрез правилото на дясната ръка (ако палецът сочи посоката на тока, а магнитната сила излиза перпендикулярно от дланта, опънатите пръсти сочат посоката на магнитната индукция). Представа за посоката на магнитната индукция получаваме от магнитните индукционни линии – ориентирани по посока на полето мислени линии, чиито допирателни всяка точка съвпадат с направлението на магнитната индукция. Ориентация по полето означава, че за един постоянен магнит тези линии излизат от северния и влизат в южния му полюс. Магнитните индукционни линии са затворени линии и представляват затворени криви. Ако обхванем мислено с дясната ръка проводника, така че палецът да сочи посоката на тока, свитите пръсти ще сочат посоката на магнитните индукционни линии.

Електромагнитна индукция.

В 1831г. след десет годишни упорити изследвания знаменитият английски физик Майкъл Фарадей открил, че във всеки затворен проводников контур при промяна на потока Φ_B на магнитната индукция през площта, обхваната от контура, възниква електричен ток [4]. Този ток Фарадей нарича индуциран, а явлението – електромагнитна индукция. Големината на индуцирания ток зависи само от скоростта на изменението на потока $d\Phi_B/dt$ на магнитната индукция B . При изменението на знака на $d\Phi_B/dt$ се изменя съответно и посоката на индуцирания ток.

Протичането на индуциран ток в затворен проводников контур, намиращ се в променливо магнитно поле, показва, че в проводника възниква електродвижещо напрежение $\mathcal{E}_i$.

Законът на Фарадей за електромагнитната индукция се записва като:

$$\mathcal{E}_i = - \frac{d\Phi_B}{dt} \quad (7)$$

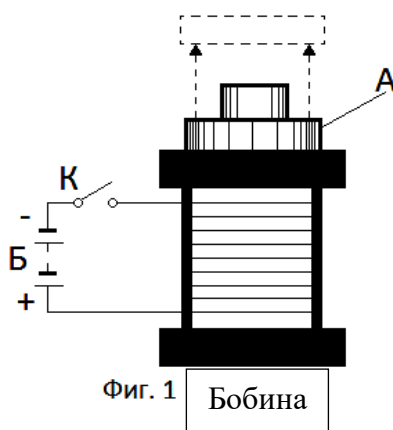
където $d\Phi_B$ е изменението на магнитния поток през площта, ограничена от контура, а dt е времето, за което става това изменение [2].

За често срещаният, но специален случай на намотка от N навивки със същото напречно сечение, Законът на Фарадей за електромагнитната индукция се записва като

$$\mathcal{E}_i = -N \frac{d\Phi_B}{dt} \quad (8)$$

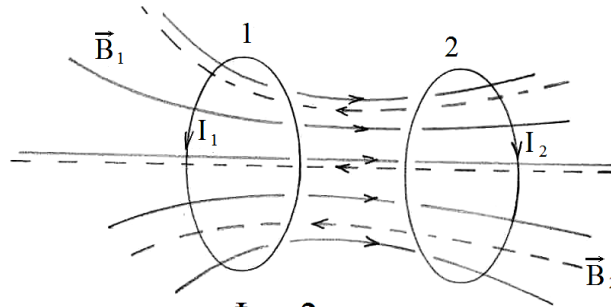
Знакът „-“ отразява принципът на Ленц, който определя посоката на индуктираното ЕДН по следния начин:

Индукцираният ток има такава посока, че магнитното му поле се противопоставя на изменението на магнитния поток, който го създава.



Интересна илюстрация на правилото на Ленц представлява опитът с бобина с надянат на желязната и сърцевина алуминиев пръстен – А (фиг.1). При затваряне на веригата посредством ключ – К пръстенът отскача нагоре. За да се надене наново е необходимо известно усилие. При изключването на тока пръстенът се притиска към бобината. Описаното поведение е свързано със създаването на индуциран ток в пръстена. Действително при включване магнитното поле на бобината индуцира в пръстена ток който съгласно правилото на Ленц създава противоположно по посока магнитно поле [3]. Индуцираният ток тече в посока, обратна на посоката на тока в навивките на бобината, поради което между тях действа сила на взаимно отблъскване и пръстена отскача на горе. При прекъсване на веригата потокът на магнитната индукция бързо намалява, в пръстена се индуцира ток, който съвпада по посока с тока в бобината и пръстенът се превлича към нея.

1. Взаимна индукция.



Фиг.2

Взаимна индукция

Явлението на възникване на индуцирано ЕДН в един контур при изменението на тока в друг съседен контур се нарича взаимна индукция [1].

В затворените контури **1** и **2** протичат токове с големина I_1 и I_2 , които създават в обкръжаващото ги пространство магнитни полета с индукции $\vec{B}_1$ и $\vec{B}_2$ (на фиг.2 линиите на $\vec{B}_1$ са изобразени с плътни линии, а на $\vec{B}_2$ с пунктирани линии). Потокът пронизващ контура **2** е пропорционален на I_1 ,

$$\Phi_{B2} = \oint_{S2} \vec{B}_1 \cdot d\vec{s} = B_{1n} \oint_{S2} ds = M_{21} I_1, \quad (9)$$

а потокът, пронизващ контура **1**, е пропорционален на I_2

$$\Phi_{B1} = \oint_{S1} \vec{B}_2 \cdot d\vec{s} = B_{2n} \oint_{S1} ds = M_{12} I_2, \quad (10)$$

където коефициентите на пропорционалност M_{21} и M_{12} зависят от формата, размерите и взаимното разположение на двата контура, т.е. от техните геометрични характеристики, а също така от магнитната проницаемост на средата.

Изменението на потока Φ_{B2} през площта на втория контур и на Φ_{B1} през площта на първия контур може да бъде обусловено както от изменението на токовете с времето, така и от изменението на относителното разположение на контурите, т.е. от изменението на M_{21} и M_{12} ,

$$\frac{d\Phi_{B2}}{dt} = M_{21} \frac{dI_1}{dt} + I_1 \frac{dM_{21}}{dt}, \quad \frac{d\Phi_{B1}}{dt} = M_{12} \frac{dI_2}{dt} + I_2 \frac{dM_{12}}{dt}. \quad (11) \quad (12)$$

Съответно индуцираните ЕДН ще бъдат -

$$\mathcal{E}_{i2} = - \frac{d\Phi_{B2}}{dt} = -M_{21} \frac{dI_1}{dt} - I_1 \frac{dM_{21}}{dt}, \quad (13)$$

$$\mathcal{E}_{i1} = - \frac{d\Phi_{B1}}{dt} = -M_{12} \frac{dI_2}{dt} - I_2 \frac{dM_{12}}{dt}. \quad (14)$$

Ако двата контура се намират в неферромагнитна среда, т.с. среда в която магнитната проницаемост не зависи от тока, създаващ магнитното

поле, винаги коефициентите на индукция на втория и първия контур M_{21} и на първия и втория контур M_{12} са равни един на друг –

$$M_{21} = M_{12} = M \quad (15)$$

Значи за всяка двойка проводници съществуват не два различни коефициента, а само един общ коефициент M , наречен взаимна индуктивност на двата контура и зависещ от взаимното им разположение и конфигурацията им.

Ако разгледаните контури са неподвижни, следва

$$\frac{dM_{12}}{dt} = \frac{dM_{21}}{dt} = 0 \quad (16).$$

$$\text{От което получаваме } \mathcal{E}_{i1} = -M_{12} \frac{dI_2}{dt} = M \frac{dI_2}{dt}, \quad \mathcal{E}_{i2} = -M \frac{dI_1}{dt}. \quad (17)$$

Написаните уравнения дават възможност да се дефинира единицата за величината M , наречена хенри (H) [1]:

Един хенри е взаимноиндуктивността между два проводника, в единия от които възниква електродвижещо напрежение $1V$ при изменение на тока в другия проводник с $1A$ за $1s$.

На явлениято взаимна индукция се основава действието на трансформаторите, които служат за повишаване или понижаване на напрежението при променливите токове.

Самоиндукция.

Площта S ограничена от проводник, по който тече ток, се пронизва от потока Φ_{BS} на индукцията на магнитното поле, създавано от собствения ток. Ако потокът Φ_{BS} се изменя, в проводника се индуцира съответното ЕДН [2, 10]. Това явление се нарича самоиндукция, а самоиндуцирания ток – екстраток.

Потокът Φ_{BS} е правопрпорционален на тока I във веригата

$$\Phi_{BS} = LI \quad (18)$$

където множителят L се нарича индуктивност или коефициент на самоиндукцията на веригата. Той зависи от геометричните характеристики на проводниците и магнитната проницаемост на средата, в която се създава полето.

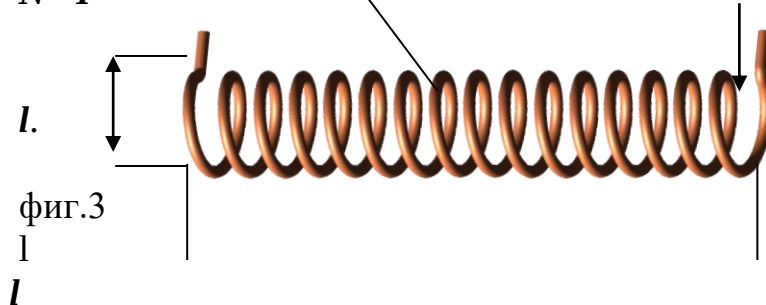
За пресмятането на индуктивността L е необходимо да познаваме магнитната индукция $\vec{B}$ [3].

$$\text{В случай на дълъг соленоид (фиг.3), тъй като } B = \frac{\mu_0 \mu N I}{l}, \quad (19)$$

пълният поток през N навивки е

$$\Phi_{BS} = BNS = \frac{\mu_0 \mu N^2 S}{l} I, \quad (20)$$

откъдето, като сравним с $\Phi_{BS}=LI$ получаваме

$$L = \mu_0 \mu \frac{N^2 S}{l} \quad (21)$$


Индуктивен елемент

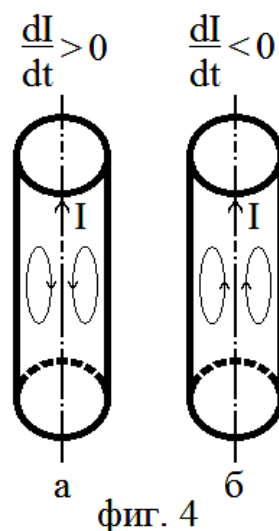
Тази формула е в сила и когато за пръстеновиден соленоид (тороид), също и когато намотката е върху тяло с голяма проникваемост μ , в което се обхващат изцяло линиите на индукцията.

Ако токът I във веригата се мени с времето, ще се измени и магнитният поток Φ_{BS} през обхваната от веригата, и в нея ще се индуцира електро-движещо напрежение (при $L = \text{const}$)

$$\mathcal{E}_s = - \frac{d\Phi_{Bs}}{dt} = -L \frac{dI}{dt}, \quad (22)$$

което е възприето да се нарича самоиндуцирано електродвижещо напрежение. Индуктивността L на електричната верига ще бъде 1H , ако се индуцира ЕДН 1V при изменение на тока в тази верига със скорост 1 A/s .

С явлението самоиндукция е свързано неравномерното разпределение на тока по сечението на масивни проводници при протичането на променлив ток [4, 8]. Тази неравномерност е толкова по-голяма, колкото е по-дебел проводникът и по-голяма честотата на променливия ток. При много високи честоти ток тече практически само в тънък повърхностен слой на проводника, откъдето и явлението е получило наименованието повърхностен или скин-ефект (от англ. дума skin – кожа, повърхностен слой). Той се обяснява с възникването на самоиндуцирани токове, посоката на които е в съответствие с правилото на Ленц: При нарастване и при намаляване на основния ток в проводника самоиндуцираните токове противодействат на промяната му.



фиг. 4

Самоиндукция

При усилване на основния ток ($dI/dt > 0$, фиг. 4а) нарастващото магнитно поле $\vec{B}$ предизвиква появата на вихрово електрично поле $\vec{E}'$, посоката на което близо до повърхността съвпада с посоката на тока I , а до оста на проводника е противоположна на I . Следователно полето $\vec{E}'$ ще усилва тока на повърхността и ще го отслабва по оста. При намаляване на тока ($dI/dt < 0$, фиг. 4б) магнитното поле $\vec{B}$ създава електрично поле $\vec{E}'$, насочено противоположно в сравнение с първия случай, т.е. на повърхността ще бъде противоположно на тока [5].

Следователно и в двата случая самоиндуцираните токове противодействат на промяната на основния ток по оста на проводника и резултатния ток по оста отслабва, а близо до повърхността нараства. За променливия ток съпротивлението на вътрешните части на проводника се оказва по-голямо, отколкото на външните. Поради това плътността на тока не е еднаква по цялото сечение на проводника – тя е минимална по оста му и е максимална по повърхността му, в което се състои повърхностният ефект.

Променливите токове с висока честота текат само на повърхността, така че вътрешната част на проводника се оказва безполезна. Поради това във високочестотната техника се използват проводници във вид на тръби, покрити с тънък слой сребро за увеличаване на проводимостта [9]. При загряване на проводници с високочестотни токове поради скин-ефекта цялата топлина се отделя в тънкия повърхностен слой – резултатът, който се използва за повърхностно закаляване на метални детайли, подложени на големи натоварвания (зъбчати колелета, коленчати валове и др.).

Приложение на индукцията се намират в електричните генератори, индукционните двигатели, сензорите за магнитно поле, трансформаторите [6, 7].

Класификация на трансформаторите

Според предназначението им те биват:

1- Силови трансформатори — използват се в електроенергетиката, промишлеността и селското стопанство за пренасяне и разпределение на електрическа енергия

2. Специални силови трансформатори — за електропещи, заваръчни устройства, токоизправители, инвертори и др.

3. Автотрансформатори — служат за изменение на напрежението в сравнително тесни граници.

4. Измервателни трансформатори — за измерване на ток и напрежение, когато стойностите им са неподходящи за непосредствено отчитане с измервателни апарати.

5. Изпитвателни трансформатори — чрез тях се получават много високи напрежения за целите на изпитванията на различни електротехнически изделия.

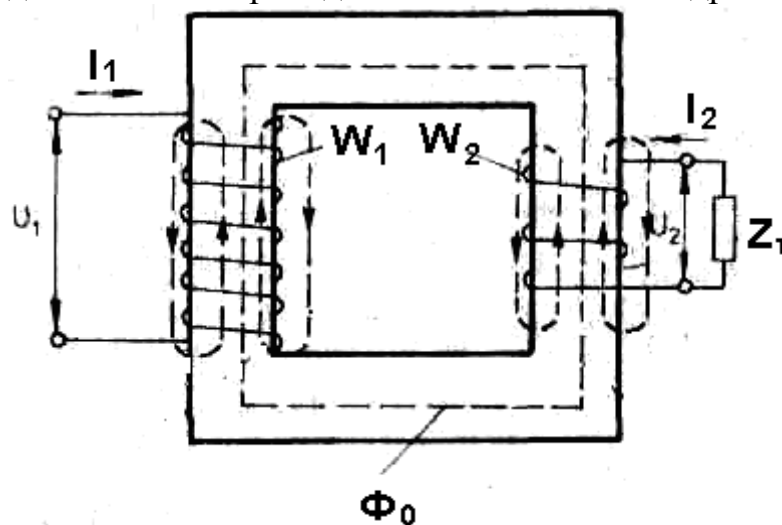
6. Трансформатори с малка мощност. Такива са трансформаторите за звукозаписваща и звуковъзпроизвеждаща техника, за електрониката и изчислителната техника, за автоматиката, за получаване на импулсни сигнали, за преобразуване на честотата на електрическите сигнали и др.

Според броя на фазите биват: Еднофазни, трифазни, многофазни

Според охлаждането биват: сухи (с въздух) и маслени (с трансформаторно масло)

Според големина на изходното прежение спрямо входното биват: повишаващи $k < 1$ и понижаващи $k > 1$

Според вида на магнитопровода биват: мантийни и ядрени



Фиг.5 Устройство на трансформатор

Принципно устройство на трансформатор е показано на фигура 5. Върху магнитопровода 3 са разположени две намотки: първична 1, която е свързана със захранващия източник и има w_1 навивки, и вторична 2 — с w_2 навивки, към която се включва консуматор. Отношението на броя на навивките на двете намотки е числено равно на коефициента на трансформация (преводно отношение):

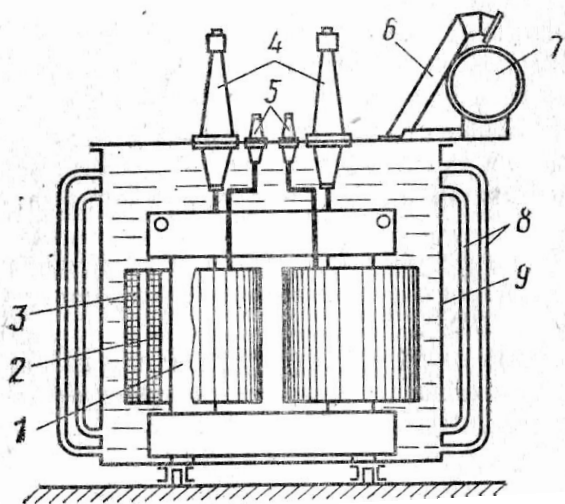
$$k = w_1 / w_2$$

Принцип на действие. Като се подаде променливо напрежение u_1 на първичната намотка, през нея протича токът i_1 . Той възбужда магнитен поток, изменящ се с честотата f на напрежението u_1 . Основната част от този поток Φ_0 се концентрира в магнитопровода, а по-малка част Φ_σ — около първичната намотка и се нарича разсеян (със σ се означават разсеяните потоци).

Основният магнитен поток Φ_0 обхваща едновременно и двете намотки и тъй като е променлив, индуцира в техните навивки равни по големина е.д.н. Броят на навивките на двете намотки е различен ($W_1 \neq W_2$), поради което са различни и общите е.д.н. на двете намотки ($E_1 \neq E_2$)

Ако към вторичната намотка няма включен консуматор, на изводите ѝ напрежението е $u_2 = e_2$. Токът в първичната намотка е малък и затова може да се приеме, че и $u_1 = e_1$.

Ако вторичната намотка се затвори през товар с импеданс Z_t , през нея протича променлив ток i_2 , а на изводите ѝ се проявява напрежение u_2 . Товарното съпротивление, което е консуматорът, получава от захранващата мрежа електрическа енергия чрез трансформатора. Тази енергия се предава от първичната намотка към вторичната по електромагнитен път.



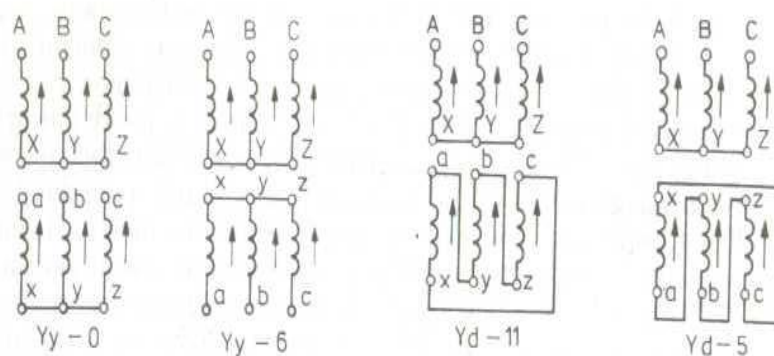
Фиг.6 Трансформатор с маслено охлаждане

Устройство на трансформатори с маслено охлаждане (фиг. 6)

- 1-магнитопровод
- 2-намотка НН
- 3-намотка ВН
- 4-изводи НН
- 5-изводи ВН
- 6-предпазна тръба
- 7-разширител
- 8- радиаторни тръби
- 9-казан
- Групи на свързване.

Групата на свързване на трансформатора показва ъгъла на изместване между вектора на линейното е.д.н. във вторичната намотка спрямо вектора на линейното е.д.н. в първичната намотка между едноименни фази.

Най-малкият ъгъл на дефазиране между тези два вектора е 30° , а най-големият — 360° , от което следва, че има 12 групи на свързване. Часовете върху циферблата на часовника са също 12. Ето защо групите на свързване на трансформаторите се определят по циферблата на часовника. Те се означават с числото, отговарящо на съответния час, като векторът на е.д.н. в първичната намотка, винаги показва цифрата 12, а векторът на е. д. н. във вторичната намотка — цифрата на съответния час, отговарящ на групата на свързване. Например означението на УуО показва, че и двете намотки са свързани в звезда и трансформаторът е от нулева група. Групата на свързване на трансформаторите зависи от три фактора: схемата на свързване на намотките, посоката на навиването им и означението на техните изводи. Тя се посочва на табелката на трансформатора и е необходима при правилното определяне на паралелната работа на тези машини.



Фиг.7 Трифазни трансформатори

Приложение на трансформаторите

Трансформаторите широко намират приложение в енергетиката при пренасяне и разпределяне на електрическата енергия

Много ефикасно трансформаторите се използват при пренасяне и разпределяне на електрическа енергия [7]. Знае се, че колкото е по-високо напрежението, толкова по-малка е големината на тока при еднаква мощност. Затова в началото на електропроводите напрежението се повишава значително, като съответно се намалява провежданият през тях ток. А това е много изгодно по три причини.

1. Намаляват се значително енергийните загуби в електропроводите. Съгласно закона на Джаул – Ленц те намаляват с квадрата на тока

2. Избягва се големият пад на напрежение в края на електропроводите. Съгласно закона на Ом той е право пропорционален на тока

3. Прави се голяма икономия на мед, която е дефицитен и скъп метал. С намаляването на провеждания ток се намалява и необходимото сечение на медните проводници на електропроводите.

Затова в централите се поставят трансформатори които повишават напрежението от 6 до 110 или 220 kV, а в последно време и повече. В края пък на електропроводите трансформаторите в подстанциите понижават подходящо напрежението за разпределителните мрежи.

Приложение във военното дело намират доста широкопортативни радиоприемници, полеви телефонни апарати, MANPAD пускови устройства, наземни радары, трансформатори, бобини, дросели, кабелни снопове, усилватели, комуникационно-информационни възли и станции [7].

Използвана литература:

1. Иванчев Н., Учебник по физика, Наука и изкуство, София, 1987 г.
2. Неновски П, Лекционен материал по физика, ТУ, София, 2018 г.
3. Прохоров А.М., Енциклопедия по физика СССР, 1983 г.
4. Тренков Й., Енциклопедия на Електрониката, 2010 г.
5. Куцаров С., Основи на електронните схеми, 2011 г.
6. Dolchinkov, N., B. Karaivanova-Dolchinkova, Application of Industry 4.0 in military production in Bulgaria, International Conference “Process Management and Scientific Developments”, Birmingham, United Kingdom, February 6, 2020, ISBN 978-5-905695-83-4, p 121-130;
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. Иванов И. С., Цонев Е., Бобев И., Пускови процеси в DC/DC преобразовател, Известия ТУ-Сливен, Трета научна конф. Сливен 2004, том 3, 2004, с.26-34, Сливен, ТУ-София, ИПФ, ISSN 1312-3920;
9. Трифонов Т., Иванов И. С., Усилвател на заряд за пиезоелектрични приемници, Сборник научни трудове на Висше военно

общовоѣсково училище -ВБОУ „Васил Левски“, Кн. Ном.53, - с. 285-289, Издателски комплекс на ВБОУ „Васил Левски“, В. Търново, 1997, ISSN 0861-0312, УДК 621.391;

10. Tsonev, E., Ivanov I. S., AC Current Pulse Width Control Regulator With Linear Regulation, Journal of BSUAE on Applied Electromagnetism, publ. Trans Black Sea Union of Applied Electromagnetism and Institute of Communication and Computer Systems National Technical University of Athens, Athens, Greece. Vol. 8, Num. 1,2, pp. 61 – 68, June-Dec. 2006, ISSN 1109-1606

Адрес за кореспонденция: мл. серж курсант Димитър Иванов Раев, НВУ „Васил Левски“, Велико Търново, България, факултет „Артилерия, ПВО и КИС“; E-mail: n_dolchinkov@abv.bg тел. +359884730833;

ОСНОВНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА АТОМНОТО ЯДРО

Симона Стефанова

MAIN CHARACTERISTICS OF THE ATOMIC NUCLEI

Simona Stefanova

Abstract: *Emergency situations of anthropogenic nature are reviewed, the main characteristics of this type of accidents are formulated. The classification of emergencies is shown, depending on different criteria selected. The classification is based on criteria that are legally and practically imposed in leading European and world countries.*

Key words: *accidents, criteria, different, extraordinary situations, technology.*

Увод

Атомното ядро е центърът на атома, в който е съсредоточена основната му маса и неговата структура определя химическия елемент. Размерите на ядрото са средно 100 000 пъти по-малки от размерите на самия атом и са от порядъка на 10-15 m. В същото време масата на ядрото е около 4000 пъти по-голяма от тази на заобикалящите го електрони.

То е съставено от един или повече протони и нула или повече неутрони. Броят на протоните в атомното ядро съвпада с поредния атомен номер и определя вида на елемента. Броят на протоните и неутроните в едно ядро са свързани - в леките ядра те са приблизително равни, докато по-тежките ядра имат по-голям брой неутрони [2]. Между протоните и неутроните действа ядрена сила, продукт на силното ядрено взаимодействие [9]. Понякога те се наричат с по-общото име нуклеони. Атоми с един и същ брой протони, но различен брой неутрони се наричат изотопи.

Откриване на атомното ядро

Откриването на ядрото се дължи на работата на Ърнест Ръдърфорд, както и на сътрудниците му [8]. Откритието е направено при обстрел на тънки метални пластинки с алфа-частици. За алфа-частиците било известно, че имат доста по-голяма маса от тази на електрона - около 7900 пъти по-голяма, положително заредена с електричен заряд, съответстващ на 2 елементарни положителни заряда, като тогава още не се знаела

структурата на самата алфа частица (днес е известно, че тя е двойно йонизирано хелиево ядро). При този експеримент се изследва разсейването (ъгъла на отклонение) на алфа-частицата при стълкновението ѝ с мишената. По-голямата част от частиците преминават през мишената без особено разсейване (т.е. с малък ъгъл на отклонение от началната прицелна траектория) [3]. Друга неголяма част обаче се разсейва под някакви ъгли, което не е възможно да се дължи на стълкновението с електрони от мишената, тъй като енергията на алфа-частицата е много по-голяма от тази на електрона и на практика тя няма да се отклони от началната си траектория. Една много малка част от регистрираните отклонения (около 1 %) са близки до 180 градуса - тоест алфа-частиците буквално се разсейват в обратна посока. Причината за това може да се дължи на положително заредено ядро, което стои в центъра на атома и което при сблъсък с положително заредената алфа-частица действа върху нея с кулонова сила на отблъскване - именно този най-елементарен модел е познат широко днес. Той се нарича планетарен модел на Ръдърфорд, поради общите му черти със Слънчевата система: голямо централно ядро, около което като по орбити обикалят „планети“ (електрони). С този експеримент Ръдърфорд не само доказва, че в атома има положително заредено ядро, но дава и приблизителна представа за размерите му. Оказва се, че то заема много малка част от обема на атома и че почти цялата маса на атома е съсредоточена в него. Този експеримент (обстрел на мишена с частици) е основа и на почти всички съвременни експерименти, които се извършват в областта на физиката на елементарните частици. Неутронът е открит доста по-късно, през 1932 година от Джеймс Чадуик.

Основни характеристики на атомните ядра

До сега са известни около 1 300 ядра. По отношение на стабилността си те се разделят на 2 групи – стабилни и нестабилни атомни ядра [1, 10].

Стабилните атомни ядра остават непроменени неограничено дълго време [4]. Основни техни характеристики са:

- ✓ Зарядово число или атомен (поредеден) номер – Z , който показва какъв е броя на протоните в ядрото
- ✓ Масово число – A . Масовото число показва общия брой нуклони (протони и неутрони) в ядрото.
- ✓ Маса – m
- ✓ Енергия на свързване - ΔW
- ✓ Радиус – R
- ✓ Магнитен момент – μ
- ✓ Електрически квадруполен момент – Q_0
- ✓ Спин – I
- ✓ Изотопичен спин – T
- ✓ Четност на вълновата функция – p

- ✓ Спектър на възбудените състояния.

Нестабилните атомни ядра се разпадат спонтанно без външно въздействие и изпускат частици. Това явление се нарича радиоактивност. Броят на нестабилните ядра надхвърля 1000. Заедно с посочените по-горе характеристики, радиоактивните ядра притежават следните допълнителни характеристики:

- ✓ Вид на радиоактивното разпадане
- ✓ Време на полуразпадане
- ✓ Константа на разпадане
- ✓ Среден живот
- ✓ Енергия на изпусканияте частици и др.

Наблюдават се следните зависимости:

- ✓ Ядрата с малък атомен номер Z са най-стабилни, когато броят на неутроните в тях е равен на броя на протоните: $N=Z$

✓ Стабилните ядра с голям атомен номер имат повече неутрони, отколкото протони.

- ✓ Всички ядра с повече от 83 протона са нестабилни.

Заряд и маса на атомните ядра

Състав на атомното ядро

Днес е общопризнато, че всички атомни ядра се състоят от протони и неутрони. Сумата от броя на протоните и броя на неутроните се нарича масово число на ядрото.

Изотопи се наричат атомните ядра на един и същ химичен елемент, които имат в ядрата си еднакъв брой протони, но различен брой неутрони се наричат изотопи, т.е. $Z=\text{const}$. Всеки химичен елемент има по няколко изотопа.

Изотони се наричат атомните ядра на различни химични елементи с еднакъв брой неутрони, т.е. $N=\text{const}$ [7].

Изобари се наричат атомните ядра на различни химични елементи с еднакво масово число, т.е. $A=\text{const}$, т.е. това са ядра на различни химични елементи, които имат различен брой протони и неутрони в ядрата си, но имат еднакво масово число.

Огледални ядра са тези, при които броят на протоните и неутроните е съответно разменен.

Атомното ядро може да се намира в различни енергетични състояния. Енергетичното състояние с най-малката възможна енергия се нарича основно състояние, а всички останали – възбудени състояния [6]. Основното състояние на стабилното ядро е стационарно, а на възбудените състояния – нестационарно.

Електричен заряд на атомните ядра

Зарядът на атомното ядро се определя от количеството протони в ядрото, което съвпада с поредния номер на елемента в таблицата на

Менделеев. Зарядът определя химическите свойства на всички изотопи на даден елемент.

За пръв път зарядът на атомното ядро е определен от Мозли през 1913г. За целта той използва откритата от него връзка между честотата на характеристичното рентгеново лъчение и заряда на ядрото. Мозли установява, че за дадена серия на излъчване константите C и B не зависят от елемента. Това е позволило да се подредят елементите отначало от калция до цинка, а след това и другите. По метода на Мозли са определени местата на някои тогава все още неоткрити елементи.

Зарядът на ядрото е определен през 1920г. от Чадуик при експериментална проверка на формулата на Ръдърфорд.

Маса на атомните ядра

Масата на атомното ядро е основна негова характеристика [5]. За нейното измерване в ядрената физика се използват следните три единици:

- ✓ Килограм
- ✓ Електронна маса
- ✓ Атомна единица за измерване – по физическа въглеродна скала и по физическа кислородна скала

Съгласно формулата на Айнщайн на всяка стойност на масата отговаря точно определена енергия. Всяка частица, намираща се в покой има маса в покой и енергия в покой.

Ако разглежданата частица има сложен строеж, тоест се състои от няколко други частици, нейната енергия в покой трябва да зависи от състоянието на тяхното вътрешно движение.

Когато ядрото се намира в основно състояние, неговите маса и енергия в покой имат минимална стойност. Разликата между енергията на ядрото във възбудено и в основно състояние се нарича енергия на възбуждане на ядрото.

За измерване на енергията в ядрената физика се използва единицата електронволт.

Познаването на точните стойности на масата на протона и масата на неутрона позволяват да се сравни масата на ядрото със сумата от масите на всички нуклони, от които се състои ядрото. Точните измервания на масата на ядрото показват, че масата на сложното ядро не е равна на сумата от масите на влизащите в състава на ядрото нуклони, а винаги е по-малка от тази величина. Този резултат е съвсем естествен, тъй като ядрото е здраво свързана система от нуклони, отговаряща на минимална енергия. Разликата в масите (дефектът на масата) е излъчена като фотони със съответната енергия. Излъчените фотони представляват електромагнитно променливо поле с определена плътност на енергията във всяка негова точка. Като припишем на всеки елемент от пространството, заето от фотона, електромагнитна маса според формулата на Айнщайн, ще

получим, че пълната му маса е точно равна на дефектът на масата. Фотонът има много малка плътност на масата и с обикновени физически средства за определяна на инеричната маса трудно можем да я констатираме, но по принцип това е възможно. В този случай материята е преминала от една форма в друга – от форма на концентрирана в ядрото маса във фотоните с много разделена маса. Ако получените фотони погълнем обратно в някое материално тяло, тоест фиксираме ги в малък обем, те ще увеличат инеричната му маса, ще увеличат следователно и тежката му маса. Следователно материята нито се създава, нито се унищожава.

Специфична енергия на свързване

В много случаи, например при сравняване устойчивостта на ядрата, се използва понятието специфична енергия на свързване. Тя характеризира средната енергия на свързване, падаща се на един нуклон в ядрото.

За специфичната енергия на свързване могат да се извадят следните изводи:

- ✓ Тя е приблизително постоянна величина, тоест нуклонът е склонен към взаимодействие не с всички обкръжаващи го нуклони, а само с ограничен техен брой, тоест ядрените сили притежават свойство насищане.

- ✓ Леките ядра са най-устойчиви при $Z=N$, а тежките при $Z<N$

- ✓ Специфичната енергия на свързване има неголям максимум за ядрата с $Z = 2, 8, 20, 50, 82, 126$. Тези числа е прието да се наричат „магически”. Съществуването на магически числа може да се обясни с наличието на солидна структура на ядрото, подобна на атома.

- ✓ Съществуват два начина за освобождаване на ядрена енергия – чрез делене на тежките ядра и чрез синтез (сливане) на леките ядра.

Моменти на ядрото

Под моменти на ядрото се разбира неговия спин, магнитен момент и електрически квадруполен момент.

Спин на ядрото

При наличието на спин-орбитално взаимодействие т. н. jj - връзка, всеки нуклон изглажда свой собствен пълен момент. Спинът на ядрото е резултат от събирането на отделните моменти на нуклоните. Когато няма спин образно взаимодействие между нуклоните се реализира т. н. SL - връзка. При нея орбиталните моменти на отделните нуклони изграждат общ орбитален момент, а спиновете на отделните нуклони изграждат общ спин. Експериментът показва, че в SL - връзката съществува само при леките ядра, а при всички останали ядра преобладава jj - връзката.

Експериментално е установено, че:

- ✓ ако масовото число на ядрото A е нечетно, спинът I има полуцели стойности, които не превишават стойността $9/2$;

✓ ако ядрото е Z - четно и N четно и се намира в основно състояние, то $I = 0$!

Тези факти показват, че протоните и неутроните се разполагат по такъв начин, че техните спинове почти напълно взаимно се компенсират.

Магнитен момент на ядрото

Физически магнитния момент на ядрото се поражда:

- ✓ от собствените магнитни моменти на протона и неутрона;
- ✓ от движението на протоните вътре в ядрото, което създава орбиталната част на магнитния момент.

Под магнетичен момент се разбира стойността на магнитния момент, усреднена по движението на всички нуклони в ядрото. Посоката на средния магнитен момент съвпада с посоката на спина в ядрото, защото това е единствената посока, отделена вътре в ядрото. По тази причина можем да считаме, че магнитният момент на ядрото μ и неговият спин I са свързани линейно.

Разглеждането на стойностите на магнитните моменти на ядрата води до извода, че протоните и неутроните в ядрото се разполагат по такъв начин, че техните магнитни моменти почти напълно се компенсират.

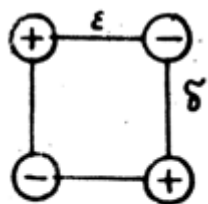
Електрически квадруполен момент на ядрото

Освен спин и магнитен момент ядрото може да има и електрически моменти, породен от асиметрично разпределение на електричния заряд в него. Потенциалът U , който създава ядрото на разпространение r , много по-голямо от радиуса на ядрото R .

Z е една от най-важните характеристики на ядрото. Тя определя броят на протоните в ядрото, големината на кулоновия потенциал, химическите свойства на елемента. Обаче Z не може да даде информация за свойствата на ядрото, породени от нуклоните в него. Z е най-простата интегрална характеристика на електрическите свойства на ядрото. Диполният елемент на ядрото d се явява по-сложна характеристика на ядрото.

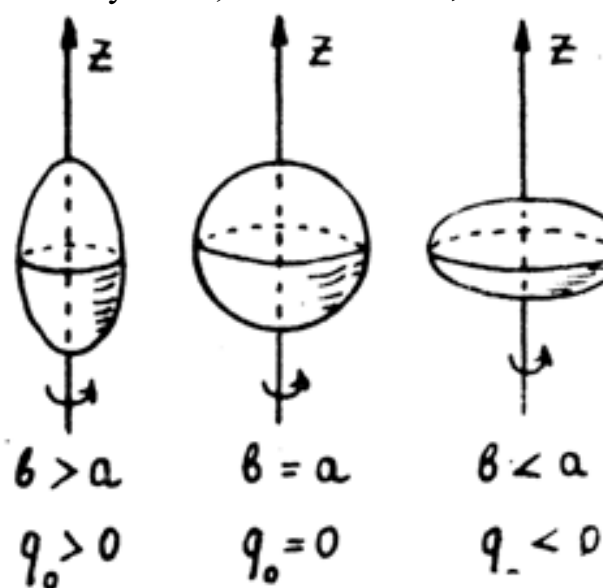
Величина q_0 се нарича квадруполен електрически момент на ядрото.

Най-простият модел на квадрупол е представен на фиг.1 [10].



Фиг. 1
Квадрупол

Ако ядрото представлява елипсоид с полуоси a и b и b е насочена по оста z неговия електрически квадруполен момент е $q_0 = \frac{2}{5}Ze(b^2 - a^2)$. На фиг. 2 [10] са представени случаите, когато $q_0 < 0$, $q_0 = 0$ и $q_0 > 0$.



фиг. 2 Магнитни моменти

Вижда се, че електрическият квадруполен момент на ядрото q_0 характеризира отклонението на разпределението на електричния заряд за сферичната симетрия.

Електрическият квадруполен момент на ядрото се явява важна неговата характеристика. Той позволява да се получат допълнителни сведения за устройството на ядрото и свойствата на ядрените сили.

Литература

1. Долчинков Н. Т., Действия на населението при извънредни ситуации, монография, Издателски комплекс на НБУ „Васил Левски“, ISBN 978-954-753-306-6, стр.186, 2000 г;
2. Dolchinkov, N., B. Karaivanova-Dolchinkova, Radiation effect on human and living nature. International scientific journal: Science. Business. Society 5. 2016. стр. 59-61;
3. Dolchinkov, N., State of the population disclosure systems in the changing radiation situation in Bulgaria, 12th International Scientific and Practical conference Environment. Technology. Resources. ISBN 1691-5402, Vol 1, 20-22.06.2019 г. Резекне, Латвия, стр. 54-58;
4. Dolchinkov, N., N. Nichev, Characteristics of radiation. Revista. Sibiu. Rumania. no.2 (82). 2016, стр. 184-189;
5. 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;

6. Димитров Б., Проблеми и перспективи на обучението в областта на ЯХБЗ в НВУ „Васил Левски“, Годишник на НВУ „Васил Левски“ част 1, 2019 година, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски“ В.Търново, ISBN 1312-6148, стр. 235-243.

7. <https://nenoyurukov.wordpress.com> - Последно използвано на 24.04.2020г.

8. <https://bg.wikipedia.org/wiki> - Последно използвано на 24.04.2020г.

9. <https://www.atom-kosmos.com/urotsi/atomno-yadro/> - Последно използвано на 24.04.2020г.

10. Лекция: Ядрена физика

Адрес за кореспонденция:

Симона Мирославова Стефанова: НВУ „Васил Левски“, Велико Търново, България;, E-mail: simona975@abv.bg

ИЗПОЛЗВАНЕ НА ОПТИЧНИ КАБЕЛИ В КОМУНИКАЦИИТЕ

Тодор Белчев

USE OF OPTICAL CABLES IN COMMUNICATIONS

Todor Belchev

Abstract: *An optical cable is a type of cable in which data is transmitted by a light wave. For this reason, this type of cable is also called an optical fiber. Glass or plastic with very good optical properties is usually used to build the main core - unlike most currently used wires, where the data carrier is an electrical pulse and the core is most often made of conductive material. An overview of the characteristics of different types of optical cables and the trends of their development is made.*

Key words: *communications, characteristic, optical cable, optical fiber, use*

Увод

Оптичен кабел е вид кабел, при който преносът на данни се извършва от светлинна вълна. Поради тази причина този тип кабел се нарича също оптично влакно. За изграждането на основното жило обикновено се използва стъкло или пластмаса с много добри оптични свойства - за разлика от повечето използвани в момента проводници, където носителят на данни е електрически импулс, а сърцевината най-често е направена от проводящ материал. Оптичното влакно е направено предимно от диелектрични влакна, чрез които информацията във формата на сложна светлинна вълна (светлинен лъч) се пренася с висока скорост. Изпратените по този начин данни достигат целта в непроменена форма, поради което теоретично този вид пренос на информация протича напълно без загуба.

Използването на оптични кабели гарантира пълна устойчивост на предавания сигнал на смущения, причинени от метеорологичните условия и влиянието на съседни електрически уреди (те генерират електромагнитни смущения) и ниско ниво на потискане на сигнала [1,9]. Разстоянието също не се влияе от качеството на сигнала - изправният оптичен кабел поддържа неизменни свойства дори при многократно по-големи разстояния между началото и края на кабела. Поредно предимство на оптичния кабел е пълната липса на генерирани електромагнитни

влияния върху съседните устройства и никаква разлика на потенциали в кабела.

Видове оптични кабели

Оптичните кабели могат да бъдат разделени според вида на материала (стъкло, пластмаса, полупроводник), вътрешна геометрия (планарен, ивичен, влакнест), модната структура (едномодов или многомодов), разпределението на коефициента на пречупване (стъпални, градиентни), както и стандарта на конектора.

Вътрешна геометрия на кабела

Планарният световод се състои от три слоя. Средният слой има най-голям показател на пречупване, а светлината е затворена в него в резултат на пълното вътрешно отражение. Ивичният световод позволява разпространяване на светлинната вълна в две посоки. Влакнестият световод има сърцевина, състояща се от много независими влакна.

Материал на изработка

Най-ефективни в експлоатацията са стъклените влакна. Те позволяват пренос на данни с висока скорост и на дълги разстояния. Кабелите с пластмасова и полупроводникова сърцевина се използват предимно за локален пренос на информация между устройствата.

Модова структура

Едно- и многомодовите световоди се различават предимно с дебелината на сърцевината. В случай на одномодови кабели стандартната дебелина обикновено е 8-10 μm , а вълната се разпространява успоредно (или почти успоредно) на оста на кабела. Диаметърът на сърцевината на многомодовия кабел обикновено е 50 или 62,5 μm , а вълната се разпространява едновременно по множество пътища

Разпределение на коефициента на пречупване

Стъпалните оптични кабели се характеризират със стъпково изменение на коефициента на пречупване между сърцевината на кабела и обвивката. Обаче, в градиентни оптични влакна тази промяна се извършва плавно (постепенно преминаване от най-високата стойност в оста на сърцевината до най-ниската на границата с обвивката).

Конектор

Понастоящем най-популярните видове оптични кабели са кабели, завършващи с конектор.



Фиг 1. Конектор на оптичен кабел

Той позволява предаване на цифров аудио сигнал под формата на светлинна вълна с оптичен кабел с диаметър приблизително 1 mm. Използва се в устройствата на домашно кино, компютри, звукови карти, конзоли за видео игри и много други често използвани устройства. Технологията осигурява трансмисия с помощта на импулси от червена светлина, чиято дължина на вълната е около 660 nm. Първоначално пропускателната способност на данните за приложенията Fast Ethernet и FireWire беше около 3,1 Mb/s. Днес е възможно да се постигнат скорости до 125 Mb/s. Максималната честотна лента на актуалната версия на аудио кабела е определена като 25 Mb/s - това ниво осигурява отлично предаване на аудио данни.



Фиг. 2. Конектор

Вторият тип оптичен кабел стандарт също е популярен Конекторът за този кабел е създаден на базата на популярния 3,5 mm конектор mini-jack. Първоначално това решение се използва само в мобилни устройства (поради по-малкия размер на конектора, което улеснява по-удобното използване в преносимото оборудване).

Какво представлява оптичното влакно

Оптичното влакно е диелектричен вълновод за предаване на светлина, под формата на тънка нишка от много прозрачно силициево стъкло [10]. Типичното влакно съдържа асърцевина, облицовка, първично покритие и понякога вторично покритие или буфер. В рамките на тази основна конструкция влакната се категоризират още като многорежимни или едномодови влакна със стъпка или степенен индекс. Ядрото е частта от влакното, която предава светлина, и то е заобиколено от стъклена облицовка с по-нисък коефициент на пречупване. В ранните влакна хомогенното ядро имаше апостоянен индекс на пречупване през неговия диаметър, и с коефициент на пречупване на обвивката също постоянен (при по-ниска стойност) профилът през целия диаметър на влакното, стана известен като индекс на стъпка.

При този тип влакна светлинните лъчи могат да се разглеждат като пътуващи по зигзагообразен път на прави линии, поддържани в сърцевината чрез пълно отражение във вътрешната повърхност на обвивката. В зависимост от ъгъла на лъчите към влакнотоос, дължината на пътеката ще се различава, така че тесният импулс от светлина, влизащ в влакното, ще стане по-широк, докато пътува. Това задава граница на

скоростта, с която импулсите могат да се предават без припокриване и следователно ограничение на работната честотна лента [7]. За да се минимизира този ефект, който е известен като дисперсия на режима са разработени влакна, в които хомогенното ядро се заменя с такова, при което индексът на пречупване прогресивно варира от максимум в центъра до по-ниска стойност на интерфейса с обвивката.

Когато приближават външните части на ядрото, пътувайки временно по-бързо, те се наклоняват обратно към центъра, където пътуват по-бавно.

Така по-наклонените лъчи пътуват по-бързо и следват по-бавните лъчи, които се движат по-близо до центъра на влакното. Това значително намалява ефекта на разширяване на импулса от влакна с индекс на стъпка.

Режимът на диспергиране на стъпаловидните влакна също е минимизиран чрез разработването на едномодови влакна. Въпреки че е стъпаловидно влакно, сърцевината е толкова малка (от порядъка на 8 μm в диаметър), че може да се разпространява само един режим. Производството на фибри включва изтегляне на заготовка в дълъг тънък накрайник. Заготовката съдържа както сърцевина, така и обвивка, а за степенувани индексни влакна – сърцевината съдържа много слоеве с добавки, които се използват за постигане на различен индекс на пречупване.

Въпреки че девственото влакно има якост на опън, сравнима с тази на стомана, неговата якост се определя от качеството на повърхността му [3]. На повърхността на девственица се развиват микротрещини, влакна в атмосферата, а най-лекото докосване или надраскване прави влакното непрактично крехко. По този начин тя трябва да бъде защитена в съответствие с рисунката на стъклото, преди тя да докосне твърд предмет, като макари или барабани, със защитно покритие от смола, ацетат или пластмаса, известен като първично покритие. Обикновено първичното покритие има дебелина около 60 μm в някои случаи се добавя допълнителен слой материал, наречен буфер, за да се увеличи механичната защита. Друг вид оптичното влакно има пластмасова конструкция, или с индексирани стъпки или градуирани индексни ядра. Макар и по-големи по размер (до диаметър на обвивката до 1.0 mm) и с по-високи загуби при предаване от стъклени влакна, пластмасовите оптични влакна имат икономически предимства и предимства при работа с комуникационни системи с ниска скорост на предаване.

Свързване

Задоволителната работа на оптична система изисква ефективно свързване и прекратяване на преносната среда под формата на влакна от влакна към влакна и влакнести връзки към ретранслатори и крайно оборудване.

Това е особено важно, тъй като при много ниски загуби на влакна затихването, дължащо се на взаимните връзки, може да бъде по-голямо от това, дължащо се на значителна дължина на кабела.

За всички видове взаимно свързване има загуба на вмъкване, причинена от отражението на Френел и от отклонение на влакната. Причинява се отражението на Френел от промените в коефициента на пречупване в интерфейса влакно-въздух-влакно, но тя може да бъде сведена до минимум чрез вмъкване във въздушната междина индексираща течност със същия индекс на пречупване като ядрото.

Обикновено обвивката на влакната се използва като референтна повърхност за подравняване на влакната и следователно геометрията на влакната е важна, дори когато облицовките са перфектно подравнени.

Загуби, дължащи се на странично отклонение, следователно ще зависи от диаметър на сърцевината, некръглост на сърцевината, диаметър на обвивката, некръглост на облицовката и концентричността на сърцевината и обвивката на влакната, които трябва да бъдат свързани.

Ъгловото отклонение може да доведе до попадане на светлина в приемното влакно под такъв ъгъл, че да не може да се приеме.

От това следва, че са необходими много близки допуски за геометрията на елементите на съединенията и влакната, които трябва да бъдат съединени, особено с едномодови влакна с диаметри на ядрото на 8 μm и диаметри на облицовки 125 μm .

Основните видове свързвания са влакнести сглобки и разглобяеми съединители.

Разглобяеми съединители

Разглобяемите съединители осигуряват гъвкавост на системата, особено в и в предавателното оборудване и разпределителните табла, и те се използват широко върху кабелите за кръпка в някои системи за данни.

Както при сцепките, конекторът трябва да свежда до минимум загубите на Fresnel и несъответствие, но трябва също така да позволява повторно свързване и разединяване, трябва да предпазва краищата на влакното и трябва да се погрижи за механично натоварване, като напрежение, усукване и огъване.

Има много проекти, но като цяло допустимите отклонения, които могат да бъдат постигнати от размерите на различните компоненти води до по-висока оптична загуба, отколкото в снаждане.

Разглобяемите съединители също са разработени за едновременно свързване на няколко влакна, като конструкции на масивите са особено подходящи за влакнести ленти.

За интензивни за конектори системи, като например офис системи за данни, използването се прави от фабрично предварително определени

кабели и пач корди, за да се намали необходимостта от прекратяване на място.

Оптичното влакно е тънка прозрачна нишка, обикновено направена от стъкло или пластмаса, използвана за предаване на светлина и светлинни сигнали. Разделът от техниката, който се занимава със свойствата на оптичните влакна, се нарича влакнеста оптика.

Оптичните влакна могат да бъдат използвани като алтернатива на медните проводници за телекомуникация, защото са гъвкави и могат да бъдат свързани заедно в кабел. Влакната могат да бъдат направени както от прозрачна пластмаса, така и от стъкло, но в далекосъобщителните мрежи влакната са винаги от стъкло, заради по-ниските загуби от поглъщане [8, 12]. Принципът на предаване на светлина по оста на влакното използва ефекта на пълно вътрешно отражение в средата, който се постига с изработването на влакното от ядро и външен слой с различен показател на пречупване на светлината. Това важно свойство на оптичното влакно не позволява преплитането на информация между отделните влакна в един кабел и позволява кабелът да се извива и усуква. Използваната светлина обикновено е с дължина на вълната от инфрачервената област, а светлинните източници са най-често лазерни. За предаване на информация влакната обикновено се използват по двойки, като всяко от влакната носи сигнал само в една посока [5]. Двупосочната комуникация е възможна и само по една нишка, стига да се използват две различни дължини на вълните (цвята) и подходящи съединители, отклонители и разклонители.

Оптични кабели приложения

Поради техните специални свойства, оптичните кабели се използват в много области - включително в аудио системи, телекомуникация, медицина или промишлена автоматизация. Те работят отлично в трудни условия, които често дисквалифицират обикновени кабели [4, 11]. Те позволяват ефективно функциониране на устройствата на големи височини, при екстремни температури и при силни електромагнитни смущения. Оптичните кабели са отлично решение за предаване аудио и видео сигнали без загуби - вместо традиционния HDMI кабел отлично ще работи оптичен кабел за домашно кино.

На пазара са достъпни много оптични кабели. Очевидното условие е правилният избор на конектора за Вашето устройство. Обаче съществуват и други важни критерии, които Ви позволяват да определите, кой оптичен кабел трябва да се използва във Вашия случай.

Най-важното нещо е да адаптирате дължината на кабела за бъдещата му употреба. В случай на кабели, използващи електрически сигнали като носител на информация, качеството на трансмисията на данни намалява с увеличаването на дължината на кабела. Оптичният кабел винаги осигурява същото качество на сигнала, независимо от дължината на кабела.

Оптималните стойности са в обхвата от около 9 MHz до 11 MHz. Производителите определят цената на продукта в зависимост от използваното в него влакно. Материалите с по-благоприятни свойства позволяват на кабела да работи с по-високи честоти на предаване, а използването на пластмаса за създаване на сърцевината на оптичния кабел води до намаляване на максималните честоти на трансмисия. Такива кабели ще бъдат по-евтини и теоретично по-нискокачествени, но те могат да се окажат по-икономично и напълно задоволително решение за някои приложения (например в случаите, когато ограниченията на целевото устройство премахват важността на честотата на предаване).

За да работи правилно оптичният кабел, трябва да положите грижа, той да бъде свързан правилно. Оптичната технология е устойчива на външни фактори, но е много чувствителна към начина, по който потребителят я използва [2]. Сърцевината вътре в кабела често е направена от стъкло или пластмаса, които не са устойчиви на деформация по същия начин, както коаксиалните кабели. Самият процес на свързване на щепсели, монтирани върху кабел с щепсели в устройствата, не е сложен. Всеки щепсел има поставени капаци, предпазващи конекторите от замърсяване - те трябва да бъдат отстранени преди свързване на кабелите [6]. В устройството, предаващо сигнала, един щепсел трябва да бъде поставен в гнездото с означение OPTICAL OUT, а другият в устройството, което трябва да получи данните - в гнездото OPTICAL IN. Струва си да си припомним, че дори най-добрият трансфер на аудио данни няма да подобри качеството на звука, ако предаващото устройство (например DVD плейър) и приемащото устройство (домашно кино с високоговорители) няма да са достатъчно качествени.

Цената зависи от материала, дължината и вътрешната структура на кабела, както и от вида и качеството на използваните конектори. Висококачественият оптичен кабел може да струва от няколко десетки до дори няколко стотици лева за метър. Преди закупуването си струва да се запознаете с подробните спецификации на устройствата, които ще свързвате и да изберете съответния оптичен кабел за техните параметри.

Заклучение

Сигурно всички знаят за важността на добрия оптичен кабел за области като интернет, телевизия и телефония. Едва ли обаче си наясно по какъв начин всъщност работи той и кое го прави оптимален по отношение на пренос на данни. Ако искаш да обогатиш общата си култура със знания по отношение на оптичните кабели и оптичен интернет, следващите редове са предназначени точно за теб.

Ползването на оптичен кабел е стопроцентова гаранция за липса на смущения и постоянство на предавания сигнал, без да има никакъв шанс са му повлияят всякакви крайни метеорологични условия или вечните

дяволии на енергото със заплашителните токови удари. Съседните електроуреди също не могат да потискат сигнала с генерираните от тях електромагнитни смущения. Разстоянията от началото до края на кабела могат да са значително по-големи в сравнение със стандартните медни коаксиални кабели, но пак запазват постоянно качество и пренасят по-големи пакети от данни с нулеви загуби, а и рискът от корозия е минимален.

Използвана литература:

1. Долчинков Н., Модернизация систем наблюдения и уведомления населения в случае радиоактивного загрязнения окружающей среды в Болгарии, Научно-практический журнал „Глобальная ядерная безопасность“, № 3(24)2017, Москва, МИФИ, Россия, стр 7-18;

2. 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;

3. Долчинков Н., Оптимизация уведомления населения в случае радиоактивного загрязнения, LAP LAMBERT Academic Publishing RU, ISBN 978-613-9-45350-4, Mauritius, 2019;

4. Щерев Й. Физични основи на информационните и комуникационни технологии, Сборник с доклади Майски четения на СУБ клон Велико Търново, 2015 г, стр. 10, 184-193, ISBN: 1314-2283;

5. Щерев Й., Технологични и психологични аспекти на киберсигурността, Сборник доклади от Годишна университетска научна конференция, том 5, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски“, 2020, с. 123-131, ISSN 1314-1937;

6. Dolchinkov, N., B. Karaivanova-Dolchinkova, Application of Industry 4.0 in military production in Bulgaria, International Conference “Process Management and Scientific Developments”, Birmingham, United Kingdom, February 6, 2020, ISBN 978-5-905695-83-4, p 121-130;

7. Lazov L., E. Teirumnieks, Application of laser technology in the army, Proceedings of International Scientific Conference “Defense Technologies”, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems, Shumen, Bulgaria, 2018;

8. Трифонов Т., И. Иванов, Особенности при анализ на звукови сигналы с голям динамичен диапазон, Годишник на Националния военен университет Васил Левски, стр. 158-167, Изд. компл. НВУ Васил Левски, Велико Търново, ISSN 1312-6148, 2010;

9. Ангелов И., Варианти за привързване на тактически комуникационни системи с оптични кабелни линии, Сборник доклади от годишната университетска научна конференция на НВУ „Васил Левски“,

том 9, с. 61-70, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски”, ВТ, 2018, ISBN 978-619-7246-20-9, ISSN 1314-1937;

10. Ангелов И., Привързване на полеви комуникационни и информационни възли с оптични кабелни линии, Списание „CIO. Chief Information Officer“, Издателство „Ай Си Ти Медиа“ ЕООД, Печат „Алианс принт“ ЕООД, 2019, бр. 7, с. 63-64, ISSN 1312-5605;

11. Трифонов Т., Иванов И. С., Усилвател на заряд за пиезоелектрични приемници, Сборник научни трудове на Висше военно общовойсково училище -ВБОУ „Васил Левски”, Кн. Ном.53, - с. 285-289, Издателски комплекс на ВБОУ „Васил Левски”, В. Търново, 1997, ISSN 0861-0312, УДК 621.391;

12. Trifonov, T., Georgieva-Trifonova, T., Ivanov I., Signal processing and storing of high dynamic range acoustic data for knowledge discovery, Communications, Electromagnetics and Medical Applications (CEMA'19), Sofia, Bulgaria, 17-19 Oct. 2019-October pp. 58-62.

Адрес за кореспонденция:

*Серж. курсант Тодор Иванов Белчев: НВУ „Васил Левски“, Велико Търново, България,;
E-mail: toshko989@gmail.com*

ЕНЕРГИЯ И ИМПУЛС НА ЕЛЕКТРОМАГНИТНО ПОЛЕ. ВЕЛИЧИНИ ХАРАКТЕРИЗИРАЩИ ЕЛЕКТРОМАГНИТНОТО ПОЛЕ

Жулиана Михнева

ENERGY AND IMPULSE OF THE ELECTROMAGNETIC FIELD. VALUES CHARACTERIZING THE ELECTROMAGNETIC FIELD

Juliana Mikhneva

Abstract: *Historically, the fundamental equations of the electromagnetic field have been developed by studying the various forms of electrical and magnetic phenomena, and its independent laws have been formulated first. These phenomena include the creation of electric fields from charges (Gauss's law), dependent magnetic fields (Faraday's induction), and the creation of a magnetic field from electric current (Ampere's law).*

Key words: *Ampere's law, electromagnetic field, Faraday's induction, Gauss's law.*

1. Увод

В съвременната физика при разглеждането на много явления, заедно с понятието материя, се въвежда понятието поле: електромагнитно, гравитационно, поле на ядрени сили и пр. С други думи, се приема, че са възможни две форми на съществуване на материята: материя и поле. Въпреки факта, че материята и електромагнитното поле са различни форми на съществуване на материята, техните свойства са сходни в много отношения.

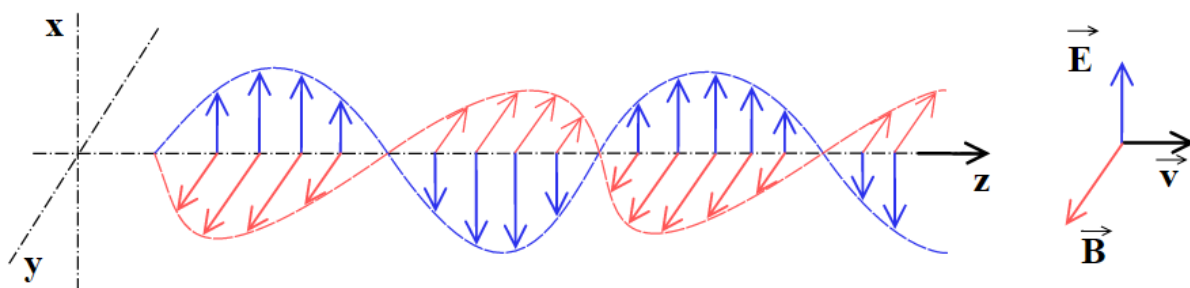
Исторически, фундаменталните равенства на електромагнитното поле са разработени чрез изучаване на различните форми на електрическите и магнитните явления и първо са формулирани неговите независими закони. Тези явления включват създаването на електрически полета от заряди (закон на Гаус), зависими магнитни полета (индукция на Фарадей), както и създаването на магнитно поле от електрически ток (закон на Ампер).

2. Въведение в електромагнитните полета

Електромагнитните полета са комбинация от невидими електрически и магнитни полета с различна сила [7]. Генерират се от природни явления, както и от човешки дейности, главно и от употребата на електричество.

Повечето електромагнитни полета, създадени от човека, са със специфична честота, варираща от високи радиочестоти – като тези, използвани от мобилните телефони, през средни честоти – като тези, генерирани от компютърните екрани до изключително ниски честоти – като тези, генерирани от електрическите проводници.

Терминът статичен се използва за полета, които не се променят с времето. Статичните магнитни полета се използват за снемане на медицински изображения и се генерират от уреди, използващи прав ток.



Фиг. 1. Електромагнитна вълна

3. Влияние върху човека

Излагането на електромагнитни полета причинява незабавни биологични ефекти, ако полетата са достатъчно силни. Ефектите варират от стимулиране на нерви и мускули до загряване на тъканите на тялото в зависимост от честотата [6]. За предпазване от тези влияния са създадени норми за експозиция на електромагнитни полета.

В последните 40-50 години с бурното развитие на електроенергетиката, радио и телевизионни предавания, радиолокация и др. интензивността на ЕМП на Земята значително нараства. Радио и телевизионните предаватели създават т.н. “радиофон”, интензивността на който е около 10 пъти по-голяма от интензивността на природните ЕМП. В близост до предавателите интензивността на ЕМП е значително по-голяма и може да достигне до 10-1V/m. Близко до електропроводи, трансформатори и др. възниква ЕМП с честота 50 Hz. Те доста бързо намаляват с разстоянието, но близо до източниците могат да са доста интензивни.

В съвременното общество всеки човек е изложен на въздействието на електрически и магнитни полета от редица източници, включително от електрическо оборудване, излъчвани радио- и телевизионни предавания и съобщителни устройства. Най-разпространените източници са мобилните телефони, безжичните телефони, локалните безжични мрежи и

радиопредавателните кули. Медицинските скенери, радарните системи и микровълновите печки също използват радиочестотни полета. Радиочестотите варират от 100 kHz до 300 GHz.

Когато човешкото тяло е изложено на радиочестотни полета, то натрупва енергия с течение на времето. Колко радиочестотна енергия натрупва човек всекидневно не е известно, тъй като излагането зависи от много фактори, особено разстоянието на източниците.

4. Източници на електромагнитни полета

Източници на електромагнитни полета са електрически заряди. Фиксираните заряди създават само електрическо поле. Подвижните заряди създават както електрически, така и магнитни полета. Провеждащите и конвекционните токове са правилно движещи се електрически заряди и също създават електромагнитно поле [9]. Зарядите взаимодействат помежду си, а силата на тяхното взаимодействие се определя от закона на Кулон.

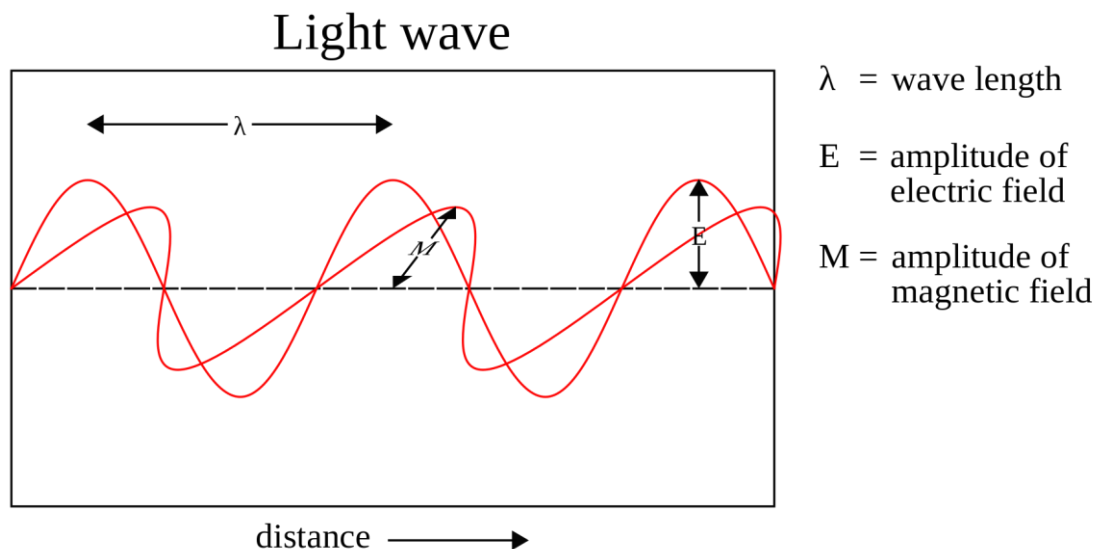
Източниците на електромагнитни полета можем да разделим в зависимост от произхода им на естествени и изкуствени. Естествени са излъчването на Слънцето, планетите от Слънчевата система и др. космични обекти. Нашата планета и всички живи същества на нея се намират в полето на действие на това ЕМП. Пълното лъчение на Слънцето се състои от постоянното излъчване на спокойното Слънце и излъчване, идващо от центровете на активност. Излъчването от центровете на активност се наблюдава на определени дискретни честоти. Интензивността на Слънчевото лъчение е свързано с въртенето на Слънцето, с период 28 денонощия, и циклите на Слънчевата активност. Интензивността на естественото излъчване зависи и от денонощното въртене на Земята - тя е максимална сутрин и минимална през нощта.

5. Електромагнитното излъчване

ЕМИ е разпространяваща се през пространството вълна с електрическа и магнитна компонента. Тези компоненти осцилират под прав ъгъл една спрямо друга, както и спрямо посоката на разпространение на вълната [1].

Електромагнитното излъчване притежава енергия, импулс и момент на импулса, които могат да се предават когато излъчването взаимодейства с някакво вещество.

Представата за електромагнитно излъчване може да се свърже със саморазпространяваща се напречно осцилираща вълна на електрическото и магнитно полета. Диаграмата показва планарно поляризирана вълна.



Фиг. 2. Характеристики на електромагнитна вълна

5.1 Величини на електромагнитно поле

ЕМП се определя от електрически, магнитни, електромагнитни величини, които обикновено се използват при измерване:

1. Интензитет на електрическото поле (E , V/m). Векторна величина, която съответства на силата, упражнена върху заредена частица, независимо от нейното преместване в пространството. Тъй като полето се проявява чрез силата, с която действа на внесен в него заряд, то за характеристика на електричното поле се въвежда векторната величина интензитет на електричното поле E , която има големина и посока.

2. Интензитет на магнитното поле (H , A/m). Магнитния поток е мярка за количеството магнетизъм в резултат от действието на магнитно поле. Потокът се дефинира като произведение от лицето на единица площ и интензитета на магнитното поле в посока перпендикулярно на тази площ. По-общо Магнитният поток се определя като скалярно произведение от вектора на магнитната индукция и нормалния вектор към единица повърхнина.

3. Плътност на мощност (S , W/m²). Сигналът обикновено е вълната форма, като електромагнитни вълни, произволната вибрация или звукови вълни. Когато вълната спектралната плътност ще се умножи по съответния фактор, за да се получи всяка честота вълни на преносим хранващ блок, който се нарича сигнал спектралната плътност на мощността (спектралната плътност на мощността, PSD) или спектралното разпределение на властта (спектрално разпределение на властта, SPD).

4. Контактен ток (I_c , A) се дефинира като ток между човека и обекта, който се дължи на проводимостта на тялото на човека и електрическото поле, в което то се намира

5. Магнитната индукция е векторна величина (B , T), породена в резултат на сила, която действа върху движещите се заряди.

6. Специфична погълната мощност (SAR , W/kg) е усреднен параметър по цялото тяло или повече части на тялото и се определя като процент от енергията.

7. Плътността на тока (J , A/m^2) се определя като токът през единица напречно сечение, перпендикулярно на посоката, в електропроводима среда, като например човешко тяло или част от него [2].

5.2. Движение в свободното пространство

Свободното пространство е однородна непоглъщаща среда с относителна диелектрична проницаемост $\epsilon_r = 1$. Под свободно пространство се разбира вакуум или въздух.

Във вакуум всички електромагнитни вълни имат една и съща скорост-

$$c = 299\,792\,458\text{ m/s} \approx 3 \times 10^8 \text{ m/s}.$$

Скоростта c е произведение от дължината на вълната λ и честотата f

$$c = \lambda f, \quad (1)$$

които са обратно пропорционални – когато λ намалява, f се увеличава и обратно – така произведението им винаги е константа. Оттук може да се определи дължината на вълната по известна честота и обратно:

$$\lambda = c/f, \quad f = c/\lambda \quad (2)$$

5.3. Движение в материални среди

Когато електромагнитна вълна навлезе в материална среда, тя намалява скоростта си. Също така вълната променя и своята дължина (но това не означава, че различните вълни имат различна скорост). Скоростта на вълната зависи от плътността на средата и се определя от израза

$$v = c/n, \quad (3)$$

където n е коефициентът на пречупване в дадената среда. От формулата следва, че n е безразмерна величина, която показва колко пъти скоростта на вълната в дадената среда v е по-малка от тази във вакуум c

$$n = c/v, \quad (4)$$

а също и колко пъти дължината на вълната в дадената среда λ е по-малка от тази във вакуум λ_0

$$\lambda_0/\lambda = n \quad (5)$$

И в материални среди скоростта v е произведение от дължината на вълната λ и честотата f

$$v = \lambda f \quad (6)$$

Електрически заряд, който се ускорява или някакво променливо магнитно поле, поражда електромагнитно излъчване.

Електромагнитната информация за заряда пътува със скоростта на светлината.

$$E = h.f, \quad (7)$$

където E е енергията на фотона, $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ е константата на Планк и f е честотата на вълната.

Едно правило е винаги в сила, независимо от обстоятелствата: Електромагнитните вълни (ЕМВ) във вакуум се разпространяват винаги със скоростта на светлината, независимо от скоростта на наблюдателя [4].

6. Електромагнитна индукция

6.1. История

Явлението електромагнитна индукция е открито в първата половина на XIX век. С него се свързват имената на М. Фарадей, Е. Ленц и Д. Хенри, които изследват влиянието на магнитно поле на постоянен магнит върху затворен контур.

Изследванията установяват, че в такъв контур, индуцираното е.д.н. зависи само от промяната на обхванатия от контура магнитен поток, или:

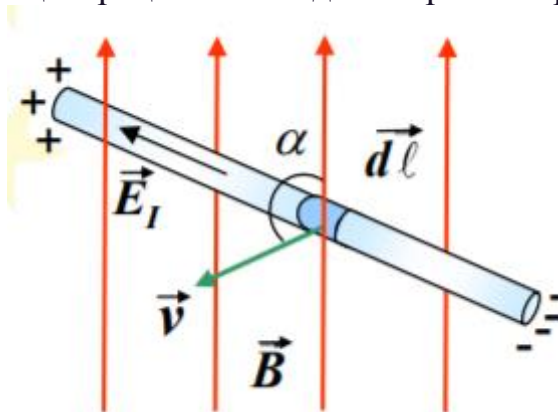
$$e = - \frac{d\Phi_{\text{ОБХВ}}}{dt}$$

(8)

6.2. Значение

Електромагнитната индукция е физическо явление, което отразява появата на потенциална разлика в краищата на проводник, подложен на въздействието на променящо се във времето магнитно поле [3].

При движение на проводник с дължина L в хомогенно магнитно поле с индукция B , свободните му електрони търпят действието на магнитна сила, която променя концентрацията им в двата края на проводника.



Фиг. 3. Движение на проводник в електромагнитно поле

Въздействието на магнитното поле върху свободните електрони на проводника може да се замени с действие на електрическо поле с интензитет E_I , вектора на който е насочен в указаната посока.

$$\vec{E}_I = \left(\vec{v} \times \vec{B} \right)$$

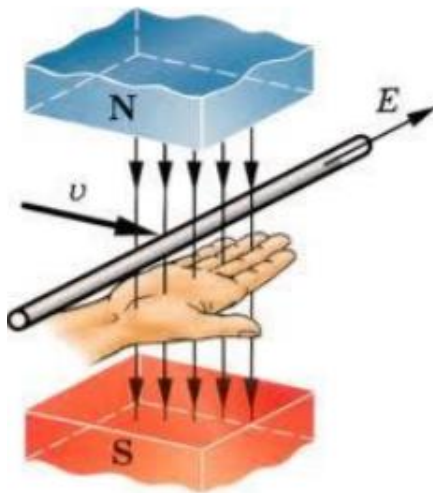
Скаларното произведение на E_I и елементарната дължина на проводника $d\ell$, дефинира величината индуцирано електродвижещо напрежение e (е.д.н.), която за цялата му дължина L , се определя с:

$$e = \int_0^L \vec{E}_I \cdot d\vec{\ell} = \int_0^L \left(\vec{v} \times \vec{B} \right) \cdot d\vec{\ell} \quad (10)$$

В хомогенно магнитно поле, големината на индуцираното е.д.н. зависи от дължината на проводника L , магнитната индукция по полето B , скоростта на движение v и ъгъла α , под който проводника пресича силовите линии на полето. Посоката му се определя от правилото на дясната ръка.

$$e = BLv \cos \alpha \quad (11)$$

6.3. Пример



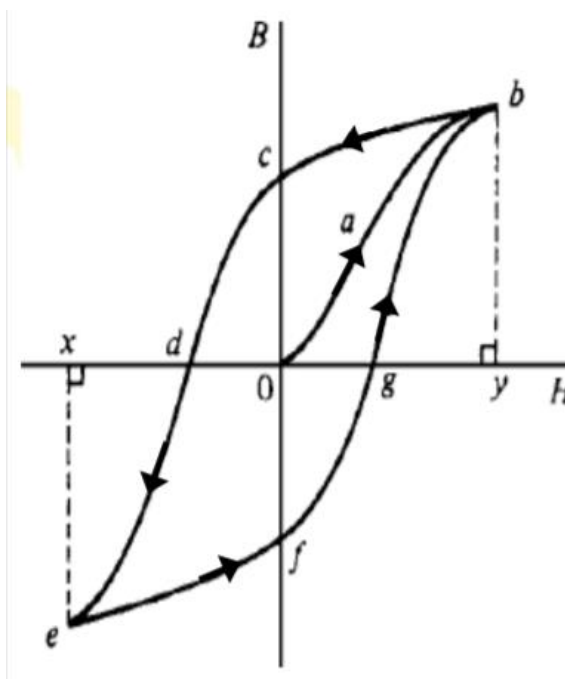
Фиг. 4. Правило на Ленц

В хомогенно магнитно поле, големината на индуцираното е.д.н. зависи от дължината на проводника L , магнитната индукция по полето B , скоростта на движение v и ъгъла α , под който проводника пресича

силовите линии на полето. Посоката му се определя от правилото на дясната ръка.

7. Хистерезис

Явлението описващо противопоставянето на феромагнитните материали на въздействието на външно магнитно поле, което циклично променя посоката си се нарича хистерезис. Графичното изображение на зависимостта $B(H)$ за този материал представлява неговата хистерезисна крива – „bcdefgb“ [5].



Фиг. 5. Хистерезис

Кривата отразява възможността на тези материали да се намагнитват [10]. Така при премахване на външното поле, т.е. $H=0$, в материала се наблюдава остатъчна магнитна индукция $+B_r$ (точка c) или $-B_r$ (точка f).

8. Заключение

Електромагнитните вълни са част от нашето ежедневие [8]. Съществуват природни източници на електромагнитна енергия – слънчевото лъчение, мълниите, лъчението от космическите обекти и други. С развитието на науката и техниката се появяват и редица изкуствени източници на ЕМП – уреди за диагностика и лечение в медицината, далекопроводи за пренос на електрическа енергия, навигационните уреди и други. Много от нещата, които днес са неразделна част от ежедневието ни – микровълнова фурна, сешоар, хладилник, пералня, компютър, консумират електричество и създават електромагнитни полета. Те са неизбежни от гледна точка на физиката като продукт вследствие на протичане на електрически ток.

Използвана литература:

1. Цветков Д. и др., Електротехника и електроника, печат ЕТ „Здравков“, 1997, София;
2. Цветков Д. и др., Основи на електротехниката и електрониката, изд. Техника, 1989, София;
3. Папазов С., С. Фархи, Теоретична електротехника, Техника, 1990, София;
4. G. Rizzoni, Fundamentals of Electrical Engineering, McGraw Hill, 2009;
5. W. Roadstrum, D. Wolaver, Electrical Engineering for All Engineers, John Wiley, 1994;
6. Dolchinkov, N., B. Karaivanova-Dolchinkova, Application of Industry 4.0 in military production in Bulgaria, International Conference “Process Management and Scientific Developments”, Birmingham, United Kingdom, February 6, 2020, ISBN 978-5-905695-83-4, p 121-130;
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. Долчинков Н., Извънредната ситуация и дистанционното обучение през летния семестър на 2020 година като стъпка към осъвременяване на обучителния процес по физика в НВУ „Васил Левски“, Годишна научна конференция на НВУ „Васил Левски“ – 28-29 май 2020 г. ISSN 1314-1937 т.6 стр. 185-193;
9. Иванов И. С., Цонев Е., Бобев И., Пускови процеси в DC/DC преобразовател, Известия ТУ-Сливен, Трета научна конф. Сливен 2004, том 3, 2004, с.26-34, Сливен, ТУ-София, ИПФ, ISSN 1312-3920;
10. Трифонов Т., Иванов И. С., Усилвател на заряд за пиезоелектрични приемници, Сборник научни трудове на Висше военно общовойсково училище -ВВООУ „Васил Левски“, Кн. Ном.53, - с. 285-289, Издателски комплекс на ВВООУ „Васил Левски“, В. Търново, 1997, ISSN 0861-0312, УДК 621.391.

Адрес за кореспонденция:

Мл. Серж. курсант Жулиана Миленова Михнева: НВУ „Васил Левски“, Велико Търново, България; E-mail: july.mihneva@gmail.com

ЛАЗЕРНО МАРКИРАНЕ И ГРАВИРАНЕ ВЪРХУ РАЗЛИЧНИ МАТЕРИАЛИ

Андрей Илиев

LASER MARKING AND ENGRAVING ON VARIOUS MATERIALS

Andrey Iliev

Abstract: *Uranium is a strategic raw material and the presence of uranium deposits is a prerequisite for economic growth of its owners. Uranium mines operate in more than 20 countries in different parts of the world, although in 2018 about 55% of world production comes from only ten mines in four countries, and these four countries provide 77% of the world's uranium mined. The countries have varying degrees of government risk, affecting their attractiveness for investment in the extraction, processing and export of this raw material, taxes and the availability of skilled workers. These factors have already influenced the exploration of minerals, which led to the identification of an ore body before the extraction and processing process began.*

Key words: *uranium mines, uranium production, countries, factors, nuclear power.*

Лазерът е източник на монохроматична, кохерентна, насочена светлина. Той излъчва тънък, добре насочен, кохерентен сноп с постоянна дължина на вълната, постоянна фаза и голяма яркост, за разлика от некохерентните източници като електрическите лампи, които излъчват вълни в почти целия електромагнитен спектър и във всички посоки [1, 13].

Принципът на действие на лазера е комбинация между квантово-механични и термодинамични процеси. Лазерът е изграден от следните три основни компонента:

- активна среда
- външен източник на енергия или още наречен източник на напompване
- резонатор – в най-простия си вид той се състои от две огледала едното от които има коефициент на отражение, близък до 100% (наречено глухо), а другото – по-малък от 100% (наречено полупропускливо) [2, 11].

Така трите компонента могат да бъдат както миниатюрно устройство с размер под 1 mm, така и доста сложна и обемиста система.

В основата на действието на лазерите лежи принципът на стимулираното излъчване – емисия. Той е обяснен феноменологично от Айнщайн, който извежда своите вероятностни коефициенти от чисто термодинамични съображения [3]. Те се отнасят за частица с две възможни енергийни състояния

- E_1 квантово състояние с енергия E_1
- E_2 състояние с енергия E_2 ,
като $E_2 > E_1$

При нормални обстоятелства, частицата ще заема по-изгодното за нея енергийно състояние - това с по-малка енергия, а именно E_1 . Ако фотон с енергия, равна на разликата между двете състояния $\Delta E = E_2 - E_1$, попадне върху частицата, то има вероятност тя да погълне фотона и да премине в по-високо енергийното състояние, а именно E_2 . Тази вероятност се нарича вероятност за принудено поглъщане или коефициент на Айнщайн за принудено поглъщане и се бележи с A_{12} . В E_2 частицата ще остане само известно време, понеже то е енергийно по-неизгодно от E_1 , след което ще релаксира отново към E_1 . Поради закона за запазване на енергията, разликата ΔE трябва да се отнесе от второ тяло. В някои случаи това е фотон. Вероятността енергията да се отнесе от фотон се нарича вероятност за спонтанно излъчване или коефициент на Айнщайн за спонтанното излъчване. Той се бележи с B_{12} . Ако при попадането на фотон върху частицата тя вече се намира в състояние E_2 , тогава има вероятност фотонът да принуди частицата да се върне в E_1 , при което да излъчи фотон, неразличим от този, предизвикал излъчването. Тази вероятност се нарича вероятност за стимулирана емисия или коефициент на Айнщайн за принудено излъчване и се бележи с A_{21} . Той е равен на A_{12} . Тоест вероятностите за принудено излъчване и принудено поглъщане са равни [5].

Ако приемем, че в системата има повече от една частица и по някакъв начин сме успели да накараме повечето частици да се качат в E_2 , тогава казваме, че сме постигнали инверсна населеност в системата. Инверсната населеност е изключително важна за работата на лазера. Без наличие на такава той изобщо няма да работи.

Ако вече имаме инверсна населеност в системата и пуснем един фотон с енергия ΔE , тогава той ще принуди една частица да излъчи принудено, при което фотоните ще станат два, те ще принудят още две частици да излъчат, при което фотоните ще станат четири и така нататък, докато не се изчерпят частиците в E_2 . Този процес на лавинно умножаване на фотоните е процесът на усилване. Ако средата е достатъчно дълга, усилването ще е достатъчно голямо и ще превиши различните загуби в средата. Това е условието за получаване на лазерна генерация.

В някои случаи, когато средата е с малко усилване, трябва да е некомфортно дълга, за да се получи генерация. Поради тази причина се осигурява обратна връзка - резонатор. Той осигурява многократно преминаване на лъча през активната среда и съответно многократно усилване [4, 14].

Благодарение на многократното преминаване през активната среда вътре в резонатора лазерното лъчение се формира във вид на лазерен сноп с форма, определена от свойствата на резонатора - вид на огледалата, разстояние между тях, наличие на диафрагма и т.н. При определени условия в резонатора се формира Гаусов сноп с модова структура, отбелязвана с TEM_{mn}

Снопът с най-малка разходимост е така нареченият нулев Гаусов сноп TEM_{00}

Като активна среда първоначално е използван натурален рубинов кристал, а впоследствие – изкуствено синтезиран корунд, който представлява алуминиев оксид Al_2O_3 – безцветен кристал, но при наличието на малки количества примеси на тривалентен хром Cr^{3+} кристалът се оцветява в рубинено червено. Именно този хром е в основата на действието на лазера. С помощта на мощна импулсна газоразрядна ксенонова лампа кристалът се осветява, като в резултат електроните от валентната зона преминават на по-високи енергийни състояния като се задържат там 10^{-8} s и се връщат на енергийно по-изгодно състояние, в резултат на което се отделя фотон. Първоначално принципът на стимулираното излъчване е приложен за микровълновата област на електромагнитния спектър. Така се появява мазерът (maser - microwave amplification by stimulated emission of radiation), който излъчва сноп от микровълни [6, 15, 16]. По-късно, когато принципът на действие е разширен и приложен за електромагнитни вълни в оптичния диапазон, се появява и лазерът.

След появата си през 60-те години лазерите се развиват много бурно. Смятало се е, че от тях ще станат чудесни оръжия и военните са инвестирали много средства по време на Студената война.

В наши дни в областта на лазерната техника се работи усилено, понеже те намират много широко приложение в медицината, шоубизнеса, промишлеността, химията, биологията и други [9, 17]. Според активната среда лазерите са:

- твърдотелни
- газови
- багрилни лазери
- лазери със свободни електрони
- полупроводникови лазери

Според дължината на вълната лазерите са:

- в ултравиолетовата област
- във видимата
- в инфрачервената област

Лазерно гравирание и маркиране

Лазерно гравирание, което е подмножество от лазерна маркировка, е използване на лазери за гравирание на обект [10]. Лазерната маркировка, от друга страна, е по-широка категория от методи за оставяне на следи върху даден обект, която също включва промяна на цвета поради химична или молекулярна промяна, овъгляване, разпенване, топене, аблация и др. Техниката не включва използването на мастила, инструменти които се свързват с гравиращата повърхност и износване [12].



Фиг. 1 Машина за лазерно гравирание

Въздействието на лазерната маркировка е по-ясно изразено за специално проектираните материали за лазерно оборудване и за някои бои. Те включват полимери чувствителни към лазери и нови метални сплави.

Терминът лазерна маркировка се използва и като общ термин, обхващащ широк спектър от повърхностни техники, включително печат, горещо брендиране и лазерна лепенка. Машините използвани за лазерно

гравирание и лазерно маркиране са еднакви [1, 9, 11]. Лазерната машина за гравирание се състои от три основни части:

- лазер
- контролер
- повърхност

Лазерът е инструмент за рисуване - излъчваният от него лъч позволява на контролера да проследи модели върху повърхността.

Контролерът определя посоката, интензивността, скоростта на движение и разпространението на лазерния лъч, насочени към повърхността.

Повърхността е избрана да съответства на вида на материала, който лазерът ще обработва.

Има три основни гравирани машини:

- Най-често срещаната е таблицата X-Y, където обикновено детайлът (повърхността) е неподвижен и лазерната оптика се движи в две измерения, насочвайки лазерния лъч към начертаване на вектори. Понякога лазерът е неподвижен и детайлът се движи. Понякога детайлът се движи в една ос и лазер в другата.

- Вторият вид е за цилиндрични детайли или плоски детайли, монтирани около цилиндър, където лазерът преминава през фина спирала, докато лазерът пулсивно произвежда желанния образ.

- Третият вид лазерът и детайлът са стационарни и галво огледала преместват лазерния лъч върху повърхността на детайла. Лазерни гравьори, използващи тази технология, могат да работят в растерен или векторен режим.

Точката, в която лазерният лъч докосва повърхността, трябва да е във фокуса на оптичната система на лазера [7]. Тази точка обикновено е малка. Само областта в фокусната точка е значително засегната, когато лазерният лъч премине през повърхността. Енергията, която лазерът доставя, променя повърхността на материала. Тя може да се нагрее и в следствие да се изпари материала, или може да се счупва и люспи от повърхността.

Лазерът може да премахне материала много ефективно, защото лазерният лъч може да бъде проектиран да доставя енергия на повърхността по начин, който превръща висок процент на светлината в топлина. Лъчът е силно фокусиран и съвкупен – в повечето неотразяващи материали като дърво, пластмаси и повърхности на емайла, превръщането на светлинната енергия в топлина е особено ефективно. Въпреки това, поради тази ефективност, оборудването, използвано в лазерно гравирание може да се нагрее доста бързо [8]. За лазера са необходими сложни охладителни системи. Алтернативно, лазерният лъч може да се импулсира, за да се намали количеството на прекомерното нагриване.



Фиг. 2 Лазерен гравир

Различни модели могат да бъдат гравирани чрез програмиране на контролера за пресичане на определен път за лазерния лъч с течение на времето. Следата от лазерния лъч е внимателно регулирана, за да се постигне последователна дълбочина на отстраняване на материала. Например, кръстосани пътища се избягват, за да се гарантира, че всяка гравирана повърхност е изложена на лазера само веднъж, така че същото количество материал се отстранява. Скоростта, с която лъчът се движи по целия материал, също се взема предвид при създаване на модели за гравирание. Промяната на интензивността и разпространението на гредата позволява по-голяма гъвкавост в дизайна.

Тъй като позицията на лазера е известна точно от контролера, не е необходимо да се добавят бариери към повърхността, за да се предотврати лазера от отклоняване от предписания модел на гравирание. В резултат на това не е необходима съпротивителна маска при лазерно гравирание.

Добър пример за това, къде лазерно гравирание технология е приета в индустриалната норма е производствената линия. В тази конкретна настройка лазерният лъч е насочен към въртящо се или вибриращо огледало. Огледалото се движи по начин, който може да проследи цифрите

и буквите върху повърхността, които се маркират. Това е особено полезно за дати тепета, кодове за изтичане и номериране на продукти, които пътуват по производствена линия. Лазерната маркировка позволява материалите, изработени от пластмаса и стъкло, да бъдат маркирани „в движение”. Мястото, където се извършва маркирането, се нарича „маркираща лазерна станция”, обект, който често се среща в опаковъчни и бутилировъчни растения. По-старите, по-бавни технологии като топъл печат и печат на тампони до голяма степен са били постепенно премахнати и заменени с лазерно гравирание. Огледалата на каретата X и Y позволяват точното позициониране.

За по-прецизни и визуално декоративни гравюри се използва лазерна маса, известна още като таблица „X-Y” или „XY”. Лазерът обикновено е фиксиран постоянно към страната на масата и излъчва светлина към двойка подвижни огледала, така че всяка точка от повърхността на масата да бъде пометена от лазера. В точката на гравирание лазерният лъч е фокусиран през обектив на гравиращата повърхност, което позволява да се проследят много точни и сложни модели.

Типичната настройка на лазерна маса включва фиксираната лазерна излъчваща светлина, успоредна на една ос на масата, насочена към огледало, монтирано на края на регулируема релса. Лъчът отразява разстояние то на ъгъл а на 45 градуса, така че лазерът да се движи по дължината на релсата. След това този лъч се отразява от друго огледало, монтирано към подвижна количка, която насочва лъча, перпендикулярно на оригиналната ос. В тази схема могат да бъдат представени две степени на свобода - една вертикална и една хоризонтална.

В други лазерно гравирание устройства като плоска маса или барабан гравирание, лазерният лъч се контролира, за да насочи по-голямата част от енергията си фиксирана дълбочина на проникване в материала, който трябва да бъде гравирано. По този начин, само определена дълбочина на материала се отстранява, когато се извършва гравирание. Тази настройка е предпочитана за повърхности, които не се различават значително по височина.

За повърхности, които се различават по височина, са разработени по-сложни механизми за фокусиране. Някои са известни като динамични системи за автоматично фокусиране. Те регулират параметрите на прехвърляне в реално време, за да се адаптират към промените към материала. Обикновено височината и дълбочината на повърхността се наблюдават с устройства за проследяване на промени в ултразвук, инфрачервена или видима светлина, насочена към гравиращата повърхност. Тези устройства, известни като пилотни греди или пилотни лазери (ако се използва лазер) помагат да се ориентират настройките,

направени в лещата на лазера при определяне на оптималното място за фокусиране върху повърхността и ефективно отстраняване на материала.

„X–Y” лазерно гравиращите машини могат да работят в векторен и в растерен режим.

Векторното гравирание следва линията и кривата на шаблона, за да бъде гравирано, подобно на перо-базирани плотери, като изгражда сегменти от линии от описание на очертанията на шаблона. Много рано гравирание на знаци и плаки използват предварително съхранени контури на шрифта, така че букви, цифри или дори лого може да се мащабира до размер и възпроизвежда с точно определени удари. За съжаление, областите на запълване са проблематични, тъй като моделите на излюпване и точкови запълвания понякога проявяват ефекти на *moiré* или модели на *uber*, причинени от неточното изчисляване на разстоянията между точността. Освен това, ротации на шрифт или динамично мащабиране често са били извън възможностите на устройството за изобразяване на шрифтове. Въвеждането на PostScript език за описание на страницата сега позволява много по-голяма гъвкавост – сега почти всичко, което може да бъде описано във вектори от софтуер, активиран postScript, като CorelDRAW или Adobe Illustrator може да бъде очертано, запълнено с подходящи модели и лазерно гравирано.

Гравирание на растери следи лазера по повърхността в един назад и напред бавно напредващ линеен модел. Моделът обикновено се оптимизира от контролер, компютър, така че областите от двете страни на модела, които не трябва да бъдат гравирани, се игнорират и проследяването през материала се съкращава за по-добра ефективност. Размерът на аванса на всяка линия обикновено е по-малък от действителния размер на лазера, гравиранияте линии се припокриват само леко, за да се създаде непрекъснатост на гравюра. Растеризиранията устройства, криви и диагонали, понякога могат да пострадат, ако дължината или местоположението на растерните линии се различава дори леко спрямо прилежащите растерни сканирания, заради това точното позициониране и повтораемост са от критично значение за дизайна на машината. Предимството на растеризирането е лесното "запълване" което произвежда. Повечето изображения, които трябва да бъдат гравирани, са с удебелен шрифт или имат големи постоянно гравирани области, и те са добре растеризира. Снимките са растерирани, с точки по-големи от тези на лазерното петно, и те също са най-добре гравирани като растерно изображение. Почти всеки софтуер за оформление на страница може да се използва за подаване на растерен драйвер за лазерен гравьор X-Y или барабан.

Маркирането на органични материали като дървесината се основава на въглеродизация на материалите, която води до потъмняване на

повърхността и знаци с висок контраст. Директно „изгаряне” на изображения върху дърво са някои от първите приложения на гравирание на лазери. Лазерната мощност, изисквана тук, често е по-малко от 10 вата. Твърда дървесина като орех, махагон и клен дават добри резултати. Иглолистните дървета могат да бъдат разумно гравирани, но са склонни да се изпари в по-непоследователни дълбочини. Маркирането на мекодърво изисква най-ниските нива на мощност и позволява най-бързите скорости на рязане, докато активното охлаждане възпрепятства запалването.

Всяка пластмаса има специфични свойства на материала, особено спектъра на абсорбция на светлина. Лазерното облъчване може да генерира директни химични модификации, топене или изпаряване на материала. Пластмасите рядко се срещат в тяхното чисто състояние, защото се използват няколко добавки като оцветители, ултравиолетови забавящи вещества, агенти за освобождаване и др. Тези добавки влияят на резултата от лазерната маркировка.

Standard glass акрилна пластмаса, акрилни пластмасови лист, и други лети смоли лесно се обработват с лазер. Много от термоформиращите пластмаси могат да се стопят около ръба на гравиращата точка. Повърхността може да се деформира или вдлъбне, в някои приложения това е приемливо.

За табели са разработени специални пластмаси с лазерно маркиране. Те включват силикатни или други материали, които провеждат излишната топлина далеч от материала, преди да може да се деформира. Външният ламинат на този материал се изпарява лесно, за да изложи различни цветни материали по-долу.

Други пластмаси могат да бъдат успешно гравирани, но се препоръчва извършването на експеримент върху проба.

Пластмасите със съдържание на хлор произвеждат корозивен хлорен газ, когато са лазеризирани, който се комбинира с водород във въздуха, за да произвежда изпарена солна киселина, която може да повреди лазерно гравирната система. Уретаните и силиконовите пластмаси обикновено не работят добре, освен ако не е формула, пълна с целулоза, камък или друг стабилен изолатор материал.

Много светлинни превключватели могат да бъдат гравирани с лазер. Отново, може да се наложи експериментиране, за да се развият правилните настройки лазер, за да доведе до гравирание на повърхността, а не до топене. Често лазерното гравирание е последвано от засипване с боя върху гравирната повърхност, за да се получи по-голям контраст между гравирната повърхност и заобикалящата го повърхност.

Кевлар може да бъде лазерно гавирана и лазерно изрязана. Въпреки това, Кевларът дава изключително опасни изпарения когато се изпари.

Металите са топлоустойчиви материали, маркирането на метали изисква лазерно облъчване с висока плътност. По принцип средната лазерна мощност води до топене и върховата мощност причинява изпаряване на материала.

Метални покрития - проводимостта, която работи срещу точковото изпаряване на метала, е предимство, ако целта е да изпари някакво друго покритие далеч от метала. Лазерните гравирани метални пластини се произвеждат от фино полиран метал, покрит с емайлова боя, направена да бъде „изгорена”. При нива от 10 до 30 вата се правят отлични гравюри, тъй като емайлт се отстранява доста чисто. Много лазерни гравюри се продават, като изложена месингова или сребристо стоманена надпис на черен или тъмно емайлиран фон.

Анодираният алуминий обикновено е гавиран с CO₂ лазерни машини. С мощност по-малка от 40W този метал може лесно да бъде гавиран с чисти, впечатляващи детайли. Лазерът избелва цвета, излагащ бял или сребрист алуминиев субстрат. Въпреки че се предлага в различни цветове, лазерното гавиране на черен анодизиран алуминий осигурява най-добрия контраст от всички цветове. За разлика от повечето материали, гавиращи анодизиран алуминий, не оставя дим или остатъци.

Спрей покрития могат да бъдат получени за специфична употреба на лазерни гавиращи метали, тези спрейове прилагат покритие, което е видимо за лазерната светлина, което свързва покритието с субстрата, където лазерът е преминал. Обикновено тези спрейове могат да се използват и за гавиране на други оптически невидими или отразяващи вещества, като например стъкло, и се предлагат в различни цветове. Освен спрей покрития, някои лазерно маркируеми метали се предлагат предварително покрити за изображения. Продукти като този трансформират повърхността на метала до различен цвят.

Използвана литература

1. „Laser Cutting, Laser Engraving, Laser Marking”. ulsinc.com.
2. „LASER MODULES”. optlasers.com.
3. „Laser Characteristics By Material”. [Laserax](http://Laserax.com).
4. „Metal Etching”. Boss Laser. Ray Allen.
5. „TherMark Laser Marking - How It Works”. Thermark.com.
6. „AlumaMark”.
7. „Laser Marking”.
8. „Basic of Laser Marking”.
9. Долчинков Н. Т., Лазерът – създаване, развитие и перспективи, Годишна научна конференция на НБУ „Васил Левски” – 27-28 юни 2019 г. ISSN 2367-7481 стр. 456-465;

10. Dolchinkov N. T., Lazov L., Shterev Y., Linkov L., Nedialkov D., Study of cutting and labeling of polymethylmethacrylate using a CO₂ laser, 12th International Scientific and Practical conference Environment. Technology. Resources. ISBN 1691-5402, Vol 3, 20-22.06.2019 г. Резекне, Латвия, стр. 37-40;

11. Dolchinkov N. T., Shterev Y., Lilianova St., Boganova D., Peneva M., Linkov L., Nedialkov D., Examining the possibility of marking and engraving of textiel using CO₂ laser, International journal for science Machines, Technologies, Materials 4/2018 стр 491-493;

12. Lazov L., Dolchinkov N. T., Shterev Y., Boganova D., Peneva M., Study of laser cutting and marking on the filt with the help of a CO₂-laser, 12th International Scientific and Practical conference Environment. Technology. Resources. ISBN 1691-5402, Vol 3, 20-22.06.2019 г. Резекне, Латвия, стр. 143-147;

13. Белчева Г., Иванова Н., „Приложение на лазерите в рефрактивната корекция на зрението и диабетната ретинопатия“, Сборник с доклади от XXXII колоквиум „Физиката в опазването на човека и околната среда“ на тема „Светлината в медицината“, стр. 407 - 412, София, 2015 г., (ISBN 978-954-9566-77-2);

14. Иванова Н., С. Иванова, Б. Чаушев, „Качество на образа при рентгеновата диагностика“, proceeding of 3rd National Congress on Physical Sciences, p.1-6, 29 Sep. – 2 Oct. 2016, Sofia, Section: Physics of Living and Soft Matter. Physics in Medicine, [DVD: ISBN 978-954-580-364-2] Heron Press: Sofia;

15. N. K. Yordanov, T. Trifonov, Ivanov I., Advanced Signal Processing Methods For Analysis Of High Dynamic Range Acoustic Phenomena, Proc. 13th International Engineering Conference on Communications, Electromagnetics and Medical Applications (CEMA'18), Sofia, Bulgaria, 18-20 Oct. 2018, pp. 52-56, ISSN: 1109-1606;

16. Tsonev, E, Ivanov I., AC Current Pulse Width Control Regulator With Linear Regulation, Journal of BSUAE on Applied Electromagnetism, publ. Trans Black Sea Union of Applied Electromagnetism and Institute of Communication and Computer Systems National Technical University of Athens, Athens, Greece. Vol. 8, Num. 1,2, pp. 61 – 68, June-Dec. 2006, ISSN 1109-1606;

17. Trifonov, T., Georgieva-Trifonova, T., Ivanov I., Signal processing and storing of high dynamic range acoustic data for knowledge discovery, Communications, Electromagnetics and Medical Applications (CEMA'19), Sofia, Bulgaria, 17-19 Oct. 2019-October pp. 58-62.

Адрес за кореспонденция:

Мл. серж. курсант Андрей Матеев Илиев: НВУ „Васил Левски“, Велико Търново, България; E-mail: andrey__iliev@outlook.com;

ОПИТИ НА САЩ С ОРЪЖИЯ СЪДЪРЖАЩИ УРАН

Евгени Гърдев

US EXPERIMENTS WITH WEAPONS CONTAINING URANIUM

Evgeni Gardev

Abstract: *In our everyday life we are witnessing a raising in the tension in a worlds scales. Today in a lot of places in the world we can see local conflicts in which government and non-government organizations took place. Regardless under which flag they are fighting each of the sides is aiming to possess the best weapon technology. But in these attempts to develop „the best” and „the strongest” weapon some of the countries go into extreme measures. The consequences from that attempts are catastrophic and cost the lives of thousands and endanger the health of millions.*

Keywords: *conflict, weapons, health*

От десетилетия насам продължава надпреварата и усъвършенстването на военно промишления комплекс на много от страните по света [7]. Ежедневно ставаме свидетели на нови разработки или подобрения на вече съществуващи такива. Успоредно с тази надпревара обаче нараства и всеобщото напрежение, тъй като някои държави сякаш са се самозабравили и са си наложили за основна цел да се наложат над целия свят. А какъв по-добър способ за подчиняване на света познава историята, освен чрез страх от оръжие за масово унищожение [9]. В усилията да постигнат крайната си цел тези държави са погазили напълно каквито и да било закони, касаещи правата на човека, а що се отнася до законите за опазването на околната среда, за тях дори не са се и замисляли [8].

В този доклад ще разгледаме една от тези държави, а именно Съединените американски щати. Ще разгледаме историята на нейните оръжия съдържащи уран, къде са били използвани и какви щети са причинили те.

Първият проект на САЩ за разработването на ядрено оръжие, с кодово име „Манхатън“ е със сътрудничеството на Великобритания и Канада. Осъществен е в периода 1942- 1946г., под контрола на Инженерния корпус на Армията на САЩ. През 1945г. този проект дава

своя плод, под формата на три атомни бомби. Имената им са: „Fat Man“ - в превод „Дебелака“, „Тринити“ и „Little Boy“ - в превод „Малчугана“.[1]

Първият извършен опит е на 16 юли 1945г., край Аламогордо, Ню Мексико, взривена е бомбата „Тринити“. На 6 август 1945г. „Малчуганът“ е пуснат над японският град Хирошима, а на 9 август 1945г. е пуснат и „Дебелакът“, над японският град Нагасаки.[2]

Общият брой на загиналите в гр. Нагасаки е 73 884 души, ранени са 74 909 човека, разболяват се 120 820 жители... Моментално загива около една трета от населението на тогавашния град (263 000 жители.). Жертвите в Хирошима (тогава град с 381 00 души) в момента на взрива са между 90 000—140 000 души, като болшинството от жертвите (както при Нагасаки) са сред цивилното население. Общо за двата града се посочват 330 000 убити, 476 000 ранени и 9 200 000 бездомни.[3]

Днес, след 70 години, са налице много заболявания, свързани с ядрените взривове: левкемия, катаракта, рак на щитовидната жлеза, гърдата, белите дробове, слюнчените жлези, родилни дефекти включително умствена изостаналост, келоидни белези.

- Катаракта- в Хирошима са регистрирани около 100 случая на катаракта от 869-те изложени на радиация оцелели, намиращи се в радиус от 1км от епицентъра на взрива. До 1954 г. броят им нараства с още 116 пациенти.

- Левкемия - до 1975 г. са регистрирани 1 838 случая на левкемия в Хирошима и Нагасаки. От тях 512 човека са се намирали в 10-км зона около епицентъра на взривовете. Пикът на случаите на заболяването е регистриран през 1951-1952 г.

- Рак

➤ На щитовидната жлеза: първият случай е регистриран през 1957 г. При жените заболяването се среща много по-често.

➤ На гърдата: случаите на този вид рак сред хората, изложени на радиация, е много по-висок от онези, които не са били изложени. Наблюдава се пик при жените на възраст между 20 и 30 години.

➤ На белия дроб: първият случай е регистриран през 1954 г. в Хирошима. През 1972 г. едно проучване преброява 3 778 случая на рака на белите дробове и общо 10 000 смъртни случая, които могат да се свържат с високите дози погълната радиация.

➤ Изменения в хромозомите - Хромозомни отклонения се наблюдават за първи път при оцелелите при атомните взривове в Хирошима и Нагасаки, през 1960 г. Последвалите систематични проучвания показват съществени отклонения при кръвните клетки и лимфоцитите при зародишите, изложени на големи дози радиация, в майчината утроба, или скоро след раждането.

- Увреждане на зародиши и микроцефалия - според проучване, проведено в Нагасаки, при 98% от бременните жени, изложени на радиацията в радиус от 2 км от епицентъра на взрива и 113 жени от радиус от 4-5 км, се наблюдава смърт на детето веднага след раждането или няколко години след това. Оцелелите деца страдат от загуба на коса, кървене, лезии в устната кухина. При 25% от оцелелите новородени се наблюдава умствено изоставане.

При оцелелите деца се регистрира изоставане в растежа, ниско тегло, малка обиколка на главата, микроцефалия – едно от най-ужасяващите последствия от ядрените взривове, съпътствано от умствена изостаналост.[4]

Само година след 1945, през 1946г. се дава старт на нова програма за опити с ядрено оръжие, но този път на територия контролирана от САЩ, Маршаловите острови. Сега обаче обект на изследване са не само разрушителните щети от самият взрив на една атомна бомба, а и до какви дълготрайни щети ще доведе подобен опит върху хората. За обект на експеримента са избрани жителите на остров Бикини (Атол). По времето на опитите на острова живеят 167 души, 60 от които деца. От началото на програмата, в продължение на 12 години, всеки ден се е взривявала атомна бомба с размерите на тази от Хиросима. Периодично местното население е било посещавано лекари на САЩ, за да следят резултатите от опита.[5]

Резултатите от този експеримент не закъсняват. Много от децата умират от левкемия и тумори на щитовидната жлеза. Като цяло местното население развива множество тежки заболявания, доста от които с летален край. Оцелелите предават заболяванията на своите деца, а те от своя страна на техните. Наблюдават се и множество малоформации при новородените.

Жителите на острова се обръщат с молба за помощ към международната общост, за съжаление обаче никой не се отзовава. Дори нещо повече, тяхната гибел е ознаменувана с измислянето на нов плувен костюм/бански, който се казва бикини.

След края на Студената война, ядрените оръжия губят своя приоритет и сега САЩ трябва да измислят план за това как ще се справят с огромните количества от обеднен уран, натрупан през годините, тъй като разходите по неговото съхранение са много големи. Взема се решение да започнат да се правят боеприпаси съдържащи този обеднен уран, като това решава не само проблема със съхранението, а и отново се превръща в оръжие. Започва да се прилага като снаряди за танкове и други оръдия. За пръв път тези боеприпаси са употребени във войната в Персийския залив през 1990- 1991г., на територията на Ирак и Кувейт. [5]

При завръщането си много от американските военнослужещи се чувстват странно, от своя страна правителството на САЩ обяснява поведението им със синдрома на войната от Персийския залив. Това обаче

не е синдром, а резултат от употребата на боеприпаси с обеднен уран. Завърналите се от войната са диагностицирани с различни вариации на рак и множество други мистериозни заболявания. От другата страна жителите на Ирак също биват постигнати от подобни симптоми. Хиляди живущи в близост до бойните полета по време на войната умират от рак. Множество от родилите се деца на иракски военни, взели участие в конфликта се раждат с деформации. След края на войната в Ирак значително нараства броя на вродените малформации, туморните образувания, злокачествените заболявания, левкемията, тумори на мозъка, нараства също и броят на умствено изостаналите деца. [5]

През 1992г. американският институт за екологична политика получава задача от помощник-секретаря на армията да започне проучване, касаещо редуцирането на вредите от боеприпасите с обеднен уран. Три години по-късно излизат и резултатите, където става ясно при какви условия боеприпасите са опасни и до какви щети ще доведат. Макар и наясно с щетите от тези боеприпаси, американското правителство не смята да спре тяхната употреба. Само два месеца след публикуването на проучването започват бомбардировките (със същите боеприпаси) над Босна и Херцеговина. По-късно през 1999г. ударите са пренесени и на територията на Сърбия, междусъюзническата операция „Съюзна сила“, известна също като „Благородна наковалня“ в американския щаб е в ход. Едни от основните цели на ракетите с обеднен уран са: Прешево, Буяновац и Враня. Общо 420 000 ракети са били изсипани над територията на Сърбия, като други проучвания говорят за общо 15 тона обеднен уран.[5]

През 2001г. италиански журналист намира три 30 милиметрови куршума на едно от местата, където са се водили военни действия. Съдържанието на амунициите е обеднен уран, чията радиация е била в пъти над нормалната. От 1995г. до 2000г. драстично нараства броят на заболяванията от злокачествени заболявания. [5]

Взелите участие в конфликта войници от други държави, като Италия, Белгия, Испания, Португалия, Холандия, Великобритания, Германия и Франция също се завръщат със заболявания, причинени от американските бомбардировки с обеднен уран. След 2001г. броят на смъртните случаи на много от военнослужещите от горе посочените държави драстично нараства. В Италия се прави проучване от което става ясно, че италианските военнослужещи, завърнали се от Косово са били изложени на шокиращо големи дози обеднен уран, което е и причината за високата смъртност и множеството заболявания.[5]

Щетите нанесени от бомбардировките стават все по-големи през следващите години, тепърва предстои на жителите на Сърбия, Косово и Босна и Херцеговина да се сблъскат с ужаса. На местата върху които са били изсипани боеприпасите с обеднен уран драстично нараства броят на

раковите заболявания, вродените малформации, смъртността се покачва, наблюдават се нарушения в умственото развитие на много от децата и много други. Накратко казано, повтарят се събитията от Япония, остров Бикини, Ирак и Кувейт.

Изводи:

1. Необходимо е да се вземат мерки за предотвратяване използването на такъв тип оръжия и въобще тяхното производство.

2. Щетите, които този тип оръжия нанасят върху хората са безспорни и всеизвестни, не трябва да се правят компромиси от гледна точка на провеждането на такъв тип експерименти.

3. Ако опитите с такъв тип оръжия продължат със същата скорост и следват тенденцията да стават все по- разрушителни и глобални, то ние обричаме нашето бъдеще на несигурност и самоунищожение.

ЛИТЕРАТУРА:

1. <http://www.atom-kosmos.com/atomna-bomba-i-vodorodna-bomba/>.
https://bg.wikipedia.org/wiki/Проект_”Манхатън“
2. [https://bg.wikipedia.org/wiki/Тринити_\(опит\)](https://bg.wikipedia.org/wiki/Тринити_(опит))
3. <https://www.slideshare.net/Frenskata/proektut-manhattan-i-atomnata-bomba-4636288>.
4. <https://analizi.bg/хирошима-и-нагасаки-атомната-злъч-на-а/>
5. <https://history.framar.bg/последниците> за човешкото здраве след ядрените взривове над хирошима и нагасаки
6. <https://www.Težina lanaca 3> (2019)
7. Долчинков Н., Мерки за намаляване въздействието на радиоактивното замърсяване при ядрени аварии, Научни трудове на съюза на учените- Пловдив. Серия: Медицина, фармация и дентална медицина Издателство: Съюз на учените в България- град Пловдив ISSN: 1311-9427, стр. 147-151
8. Dolchinkov N., Hvosťova M. S., Karaivanova-Dolchinkova B. E., Types of extraordinary situations of technology and activities in exceptional situations with the release of radioactive substances, International scientific journal: Security@future 4/2018, ISSN 2535-0668 стр.170-172;
9. 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.

Адрес за кореспонденция:

*к-т старшина Евгени Цанков Гърдев обучаем в НВУ „В.Левски” гр. Велико Търново,
e-mail: inj614kl@gmail.com*

ПОРАЗЯВАЩО ДЕЙСТВИЕ НА УДАРНАТА ВЪЛНА ПРИ ВЪЗДУШЕН ЯДРЕН ВЗРИВ НА РАЗЛИЧНИ ВИСОЧИНИ ВЪРХУ НАСЕЛЕНИЕТО И ИНФРАСТРУКТУРАТА

Анатоли Витозев, Йонко Благоев

DESTRUCTIVE EFFECT OF THE BLAST WAVE IN AN AIR NUCLEAR EXPLOSION AT DIFFERENT HEIGHTS ON THE POPULATION AND INFRASTRUCTURE

Anatoli Vitozev, Yonko Blagoev

Summary: *The report describes the possible damage of the blast wave in a small and medium caliber nuclear weapon. In the area of the blast wave in a nuclear munition with 20 kt TNT. The situation with the lesions caused by the scenario is modeled. The overpressure is calculated for different distances from the center of the explosion.*

Keywords: *CBRN analysis, nuclear weapon, nuclear simulation.*

Ядрените събития са сред възможно най-опасните събития. Те водят до наранявания и смъртни случаи на изложени лица, унищожаване на имущество и дългосрочни рискове както за популациите, изложени на събитието, така и за тези, изложени на последствията от него, напр. радиоактивните отпадъци. Ядрените събития причиняват комбинация от наранявания поради бързите ядрени ефекти — радиация, взривно свръх налягане и топлинна енергия - в резултат на детонацията. Освен това има вторични ефекти (пропадане и срутване на сгради поради вторично, третично и четвъртично динамично налягане) и непреки ефекти (светкавична слепота и изгаряния поради вторични пожари), които са резултат от детонацията. Дори с опита на Хирошима и Нагасаки, има малко информация, която да улесни оценката на жертвите. Целта на тази разработка е да се даде отговор за пораженията на населението и жертвите в резултат от детонацията на ядрено оръжие. Като ограничение за изследването се приемат въздушни ядрени експлозии от 20 kt TNT.

В рамките на първата милисекунда след ядрена детонация, огнена топка, съставена от газове и околн въздух, се генерира при изключително високи налягания и температура. Бързо разширяващата се огнена топка от

своя страна компресираща въздуха пред себе си, създавайки ударна вълна или взрив с високо налягане, който се движи радиално от центъра на експлозията. Основната характеристика на тази вълна е много бързо нарастване на пиковото статично свръхналягане (т.е. максималното налягане над атмосферното). Величината на пиковото свръхналягане има тенденция да намалява експоненциално, когато се отдалечава от точката на детонация. Освен това в следствие на взривната вълна се появява динамичен фронт на налягане, който го следва непосредствено зад него. Динамичното налягане е пропорционално на плътността на въздуха зад ударната вълна и на квадрата от скоростта на вятъра. Както статичното свръхналягане, така и динамичното налягане бързо намаляват до нула с времето. [1, 2, 3, 4]

Във всяка точка от детонацията, идеалната взривна вълна се състои от положително свръхналягане, бързо нарастващо (почти моментално) до своята пикова стойност, преди да се разпадне експоненциално, последвано от по-малко интензивна фаза на отрицателно налягане (т.е. налягане по-малко от атмосферното налягане). Ключова разлика между конвенционалните и ядрените експлозии е продължителността на фазата с положително налягане. За конвенционалните експлозиви това време се измерва в десетки милисекунди, докато положителната фаза за ядрени взривове продължава от порядъка на стотици до хиляди милисекунди в зависимост от мощността на взрива. [7]

Вероятността от директно или първично нараняване от взрив се увеличава с продължителността на фазата в положителното налягане на взривната вълна за дадено пиково свръхналягане. Връзката между продължителността на положителната фаза и потенциала за нараняване обаче се задържа само до определено времетраене, след което само пиковото статично свръхналягане играе съществена роля. За очаквани добиви и при повечето условия това време е надвишено за ядрени експлозии, в резултат на това потенциалът за първични взривни наранявания се определя от ефективното пиково статично свръхналягане и бързината на неговото нарастване.

Основните щети, причинени от статичното свръхналягане, са напълнените с въздух и газове органи на тялото, по-специално слуховата система, горните дихателни пътища и белите дробове, както и горните и долните стомашно-чревни пътища. Нараняванията на други органи обикновено са свързани или причинени от първоначалното нарушение на тези органи.

Сред най-сериозните първични ефекти на взрива са нараняванията на дихателната система, които са склонни да имат хеморагичен характер. Някои доказателства сочат, че тези взривни сили могат също да предизвикат белодробен оток, макар че други изследвания оспорват това

схващане. [5, 6] При достатъчно висок натиск белите дробове могат да се разкъсат или да бъдат пробити от назъбените краища на счупени ребра. В горните дихателни пътища лигавицата на трахеята, ларинкса и синусите може да се натърти или да има дори кръвоизлив, водещ до свиване на дихателните пътища.

Други първични ефекти на взрива могат да включват контузии или кръвоизливи на органи като сърце, черен дроб, далак и бъбреци. При много високо налягане тези органи могат да се спукат. Съобщава се за фрактури на „издухване“ от орбитата при някои животински видове при много високо налягане (над 690 kPa), но тяхното присъствие не е отчетено при хора. [1] Предвид липсата на данни и високото налягане, при което тези наранявания се съобщават този ефект също се пренебрегва.

Вторичните взривни наранявания са резултат от въздействието на отломки, енергизирани от взривни налягания, удар от земята и гравитация. Отломките могат да включват строителни и други фрагменти, както и осколки от сгради (например стъклени фрагменти) или от естествения терен (дърво, камъни и др.). Получените наранявания могат да варират от леки разкъсвания до перфорации и смазващи наранявания.

Третичните взривни наранявания са резултат от трансляция на цялото тяло (т.е. лица, които се движат във въздуха от взривните вълни). Повечето от щетите, причинени от третични взривни ефекти, настъпват по време на фазата на забавяне и силно зависят от това дали движението на индивида е спряно рязко чрез удряне на твърд предмет (например стена или земя) или по-постепенно чрез преобръщане по откритата земя. Нараняванията могат да включват контузии, разкъсвания, фрактури, увреждане на вътрешните органи и дори смърт.

При земен ядрен взрив ударната вълна има форма на полусфера. По тази причина плътността на енергията на ударната вълна при земен ядрен взрив е два пъти по-голяма, отколкото при въздушен взрив, тъй като от едно и също количество енергия в единия случай се образува ударна вълна във форма на сфера, а в другия – във форма на полусфера, т. е. с два пъти по-малък обем. При земен ядрен взрив непосредствено на повърхността на земята в района на взрива се образува яма, формата и размерите на която зависят от твърдостта на почвата и тротиловия еквивалент на ядрения боеприпас.

В сравнение със земния взрив разпространението на ударната вълна при въздушен взрив в приземния слой от атмосферата има по-сложен характер. Обяснява се с това, че на разпространението на ударната вълна при въздушен взрив в приземния слой на атмосферата съществено влияние оказва отразяването на падащата вълна от повърхността на земята. Това отразяване на падащата вълна на различни разстояния от центъра на взрива е различно.

В зависимост от характера на отразяването на падащата вълна различаваме близка и далечна зона на поражение. Близката зона представлява кръг с радиус, равен приблизително на височината на взрива. Центърът на този кръг съвпада с епицентъра на взрива, т. е. с точката от повърхността на земята, над която е станал взривът (по-точно – хоризонталната проекция на взрива). След близката зона следва далечната.

Софтуерната платформа *Nuketap* дава възможност да се зададат:

- мощност на ядрения взрив;
- височината на въздушния ядрен взрив;
- зоните на създаденото налягане при ЯВ;
- да се изобразят зоните на радиоактивно замърсяване;
- степените на изгаряне на човек;
- да се избере топлинното въздействие в cal/cm^2 ;
- размери на кратера при земен ядрен взрив;
- размери на облака и разбира се метеорологични данни при които

се детонира ядреният взрив: скорост на вятъра, посока.

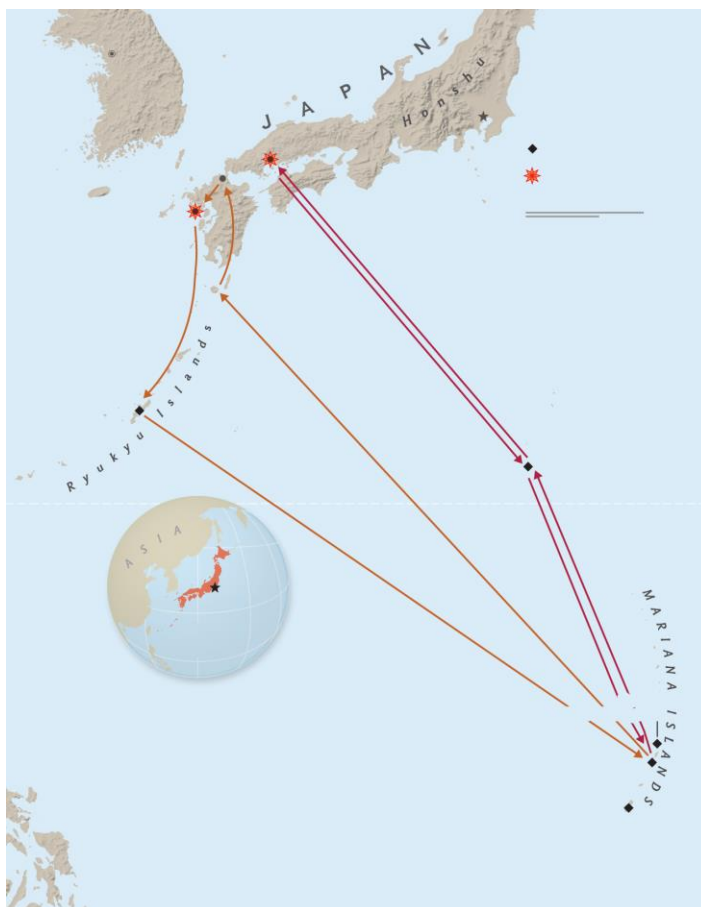
За целта на разработката ще се изследва въздушен ядрен взрив детониран на 200 m (фиг. 1) и 400 m (фиг. 2) над земната повърхност.

Град Нагасаки е едно от най-големите пристанища в Южна Япония и е от голямо значение във войната поради разнообразната промишлена дейност, включително производството на снаряжение, военната екипировка на кораби и други военни материали. [2, 3]

Нагасаки никога не е подлаган на голяма бомбардировка преди експлозията на ядрената бомба. На 1 август 1945 г. много бомби със силен експлозив са хвърлени върху града. Няколко от тези бомби опустошават корабостроителници и области в югоизточната част на града, включително сградите на известната фирма Мицубиши Мотърс. Шест бомби попадат на територията на Медицинския комплекс в Нагасаки, като три от тях са директно върху сградата. Вредата от тези бомби е малка, но създава паника в Нагасаки и много хора, най-вече ученици от провинциалните области са отведени на безопасни места и затова населението на града значително намалява преди ядрената атака.

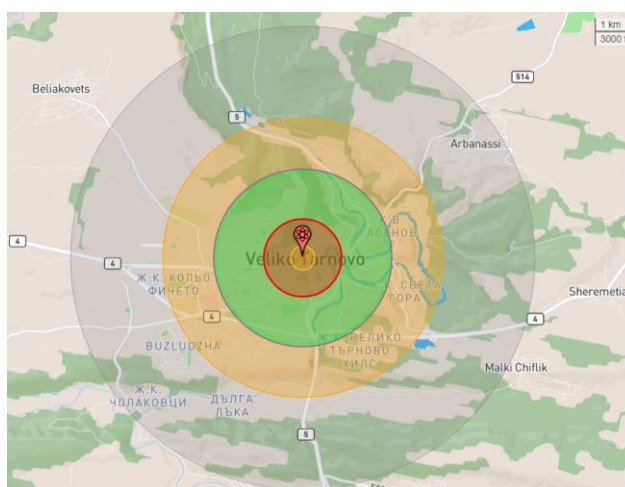
На 9 август 1945 г. американският стратегически бомбардировач B-29 „Суперфортрес“, на борда на който е 393^{-ти} ескадрон, командван от майор Чарлз Суини. Товарът на бомбардировача е ядрена бомба (с кодово наименование „Дебелака“ – 6,4 килограмово ядро от плутоний-239 с взривен еквивалент от около 21 kT TNT), чиято първостепенната цел е град Кокура, а второстепенната е Нагасаки. До ден днешен не са оценени щетите от бомбардировката над Нагасаки. В разработката е използван сценарият да се пресъздаде унищожителната сила на бомбардировката

като се вземат предвид две височини на взривяване, различни от прогнозираните тогава.



Фиг. 1. Илюстрация на бомбандировките над Хирошима и Нагазаки

При симулацията на ЯВ са заложили следните МТО условия: скорост на вятъра 24 km/h, и са изчертани кръгове поради трудно прогнозиране посоката на вятъра.



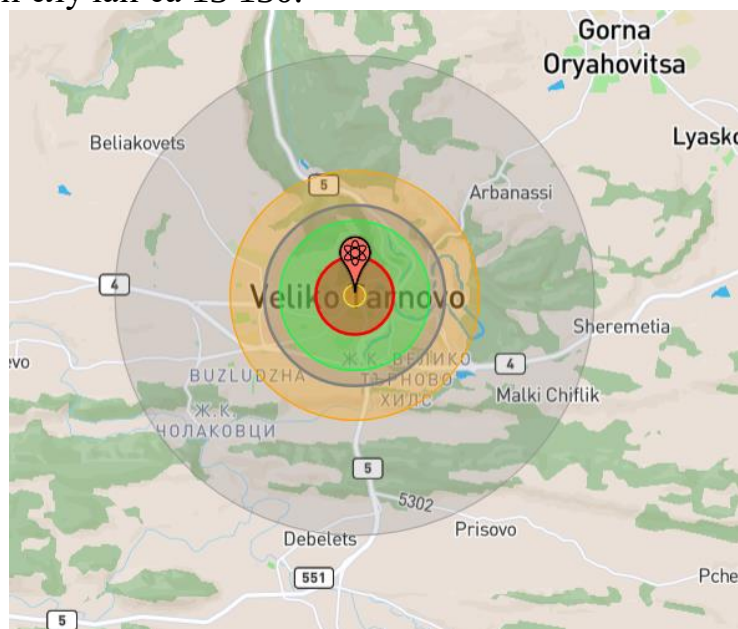
а) б)

Фиг. 2. Плът на зоните на поражение от ударната вълна при въздушен ЯВ 20 Kt TNT на 200 m над земната повърхност

Радиусът на тежки поражения от ударната вълна (20 psi) е 0.63 km (1.25 km²). При свръхналягане от 20 psi бетонните сгради са сериозно повредени или разрушени; смъртните случаи наближават 100%. Често се използва като еталон за големи щети в градовете. Оптималната височина на взрива за максимизиране на този ефект е 490 m. Радиус на радиация (500 rem) е в радиус от 1,39 km (6,09 km²), 500 rem доза на йонизиращо лъчение; вероятно фатален, за около 1 месец; 15% от оцелелите в крайна сметка ще умрат от рак в резултат на експозицията.

При свръхналягане от 5 psi се образува на разстояние 1,44 km (6,53 km²) от центъра на ЯВ. Повечето жилищни сгради се срутваат, нараняванията и смъртните случаи са значителни. Шансовете за възникване на пожар при търговски и жилищни щети са големи, а сградите, които са толкова повредени, са изложени на висок риск от разпространение на пожар. Често се използва като еталон за умерени щети в градовете. Оптималната височина на взрива за максимално увеличаване на този ефект е 0,85 км.

Радиус на топлинно излъчване с изгаряния от 3-та степен е 2,26 km (16,1 km²). Изгаряния от трета степен се простират в слоевете на кожата и често са безболезнени, тъй като унищожават нервите. Те могат да причинят тежки белези или увреждания и могат да доведат до ампутация. 100% вероятност за изгаряния 3-та степен при този ЯВ е 8,9 cal / cm². Очаквани смъртни случаи са 13 130.



Фиг. 3. *Плот на зоните на поражение от ударната вълна при въздушен ЯВ 20 Kt TNT на 400 m над земната повърхност*

Радиус на огненото кълбо е 200 m (0,13 km²). Радиус на тежките поражения от ударната вълна (20 psi) е 0,71 km (1,59 km²). Оптималната височина на взрива за максимизиране на този ефект е 490 m. Радиус на

радиация 500 rem е 1.35 km (5.71 km²). Умерен радиус на поражения при ударна вълна от 5 psi е 1,63 km (8,31 km²). Радиус на топлинно излъчване (изгаряния от 3-та степен) е 2,23 km (15,7 km²). Радиус на пораженията при ударна вълна с налягане 1 psi е 4,3 km (58,2 km²). Очаквани смъртни случаи: 16 100 Очаквани наранявания: 15 790

Чрез симулираните условия установихме, че ефектите от ядрен взрив с 20 kt TNT могат да достигнат значителни области и разстояния. Незначителна е разликата в унищожителната сила на ЯВ на 200 m и 400 m наблюдава се по-малък радиус на радиоактивно замърсяване при по-голяма височина на ЯВ. Същото се отнася и за топлинното изгаряне.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Пъдарев, Н.И., Софтуерни инструменти за оценка на риска при използване на радиологично разпръскващо устройство. Годишник на НВУ 2019 част II, с. 79- 87, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски” ВТ, 2019.
2. Пъдарев, Н.И., Оценка на риска от възникване на радиационно, химическо или биологично опасно събитие при операции в подкрепа на международният мир и сигурност. Сборник доклади от научна конференция на НВУ „Васил Левски” “Актуални проблеми на сигурността”, том 6, ВТ, с. 151- 157.
3. Padarev, N.I., Radiological threats to the security environment. Security and future, ISSUE 4/2018, Sofia, 2018, pp 173-176, pub. Scientific technical union of mechanical engineering – Industry 4.0 Bulgaria
4. Пъдарев, Н. И., Елементи от природната среда за радиационна защита при военни операции. Сборник доклади от Годишната университетска научна конференция на НВУ „Васил Левски”, ВТ, 2017, том 2, с. 101 – 106.
5. Харалампиев, М.С., Северна Корея – претенции за ядрена мощ, Сборник доклади от Научна конференция „Актуални проблеми на сигурността”, том 6, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски”, 2019, с. 98-103
6. Dolchinkov, N. T., Nuclear weapons in NATO, International scientific journal: Science. Business. Society 4/2018, ISSN 2367-8380 стр. 181-184
7. Dolchinkov, N. T., History and development of nuclear weapons, International scientific journal: Security@future 1/2018, june 2018, pp. 32-35.

Адрес за кореспонденция:

К-т старшина Анатоли Иванов Витозев, НВУ „В. Левски”, e-mail: aiv_615@abv.bg

К-т старшина Йонко Благоев Благоев, НВУ ”В. Левски”, yonkoblagoevblagoev@abv.bg

ОЦЕНКА НА ЗАМЪРСЯВАНЕТО ПРИ ИЗПОЛЗВАНЕ НА РАДИОЛОГИЧНО РАЗПРЪСКВАЩО УСТРОЙСТВО ВЪВ ВОЕННОТО ДЕЛО

Николай Пъдарев, Иво Минов

ASSESSMENT OF POLLUTION WHEN USING AN RDD IN THE ARMY

Nikolay Padarev, Ivo Minov

Summary: One of the challenges nowadays is to ensure the security environment are criminal or even worse terrorist groups. Terrorists who seek to unleash radiological terror could obtain radioactive sources through a variety of methods. They could find a lost or abandoned source, they could steal a source from a licensed user or a manufacturer, or while it is being transported or they could try to buy a source through normal commercial channels by pretending to be a legitimate user. These methods toward the need for greater resources to track down orphan sources, to secure sources at users and manufacturers facilities and during transport, and to provide more effective licensing. The report describes types of radiological radionuclides which can be use in RDD that may occur in military or non-military conflicts. Models that have been developed and hypothetical scenarios have been formulated for establishing priority of countermeasures and protective actions; determining of generic operational guidelines; and assessment of risks for exposure population.

Keywords: radiological risk, radiological agents.

1. Въведение

Държавите-членки на НАТО са изправени пред асиметрични заплахи от националния и международния тероризъм като атентатите срещу Съединените щати от 2001 г., Турция през 2003 г., Испания през 2004 г. и Обединеното кралство през 2005 г. Към тези събития трябва да се добавят и предотвратените от властите в Европа минимум 19 сериозни терористични атаки от 11 септември 2001 година досега. През април 1999 г., Алиансът определи тероризма като един от рисковете за сигурността на държавите-членки, изброени в стратегическата концепция, а военната концепция за отбрана срещу тероризма бе приета на срещата на най-високо равнище в Прага на 21 ноември 2002 г. Редица от проблемите на сигурността за Алианса обаче си остават и крият сериозни рискове. [8]

Противостоящи сили могат да използват радиологично оръжие за

предизвикване (или заплаха за предизвикване) на радиоактивно замърсяване с цел възпрепятстване или забавяне операциите на силите. С ефекта от замърсяването трябва да се процедира по същия начин, както с радиоактивното замърсяване от ядрен взрив. Противникът, в зависимост от източника на доставяне, има възможност да избира вида на радиоактивния материал. Разпространяването на α -частици, например, може да предизвика опасност, която ще представлява по-голяма трудност за силите относно откриването (детекцията) ѝ и може да изисква допълнително специално обучен личен състав и специално оборудване.

Чрез използването на радиоактивни вещества (РВ), противостоящите сили могат да създадат умишлено радиоактивно замърсяване (РЗ), което да въздейства върху военните формирования и да възпрепятства изпълняваните от тях задачи. Подобно замърсяване може да възникне и при изтичане на радиоактивни вещества от индустриални обекти или в следствие на възникнал инцидент при транспортирането или съхранението им. Мащабът на такова РЗ е сравнимо по-малък от замърсяването, създадено в резултат на ядрен взрив (ЯВ). В някои случаи могат да бъдат използвани и открити гама-източници, които да бъдат разполагани на места, удобни за въздействие чрез пряко облъчване на хората. В зависимост от типа и характеристиките на РВ, те могат да въздействат върху личния състав, техниката и въоръжението чрез облъчване с неутронна или гама-радиация, замърсяване с алфа-или бета-частици и други. РВ въздействат върху човешкото тяло чрез директно облъчване, външно замърсяване (попадане върху кожата и облеклото) или чрез вътрешно замърсяване (поглъщане, вдишване). Външното РЗ може да бъде премахнато или избегнато сравнително лесно, докато веднъж допуснато, вътрешното РЗ трудно се отстранява от тялото и продължава да оказва неблагоприятни въздействия за продължителен период от време. Влиянието на РЗ върху личния състав зависи от погълната доза радиация, от нейното ниво и продължителността на облъчване. Ефектите от въздействието на радиацията могат бъдат „лъчева болест и смърт”, „лъчева болест и възстановяване” или „краткотрайни ефекти”. За военни цели от особено значение е определянето на времето, за което пораженият личен състав ще бъде небоеспособен. Малко вероятно е РЗ, което причинява облъчване на личния състав в допустими граници, да окаже съществено влияние върху изпълняваните задачи от формированията и хода на операцията. При провеждане на операции, командирите и техните щабове са длъжни да се съобразяват с международните и националните регламентиращи документи за защита от източници на йонизиращи лъчения. [8, 7]

Радиологичното изтичане включва изтичания при авария, косвени повреди или организиран саботаж на ядрени, индустриални или

медицински съоръжения, в които се съдържат (притежават) радиологичен материал. Подобни съоръжения може да са включени, но не се изчерпват със следния списък:

- атомни електроцентрали (АЕЦ);
- изследователски реактори;
- фабрики за преработка и обогатяване на ядрено гориво;
- складове за ядрени горивни клетки;
- складове за дялящ се ядрен материал;
- съоръжения за съхранение на радиоактивни отпадъци;
- места за производство и съхранение на радиоактивен материал;
- медицински, индустриални и образователни/изследователски съоръжения.

Радиологичните изтичания включват също умишлено или неумишлено причинени пътни инциденти, т. е. транспортиране на радиологичен материал по автомобилни пътища, железопътни пътища или с водоплавателни средства. [3, 5]

2. Опасности от въздействието и оценка на риска при използване на радиационно разпръскващо устройство

Разливите от ядрени инсталации ще включват множество радиологични материали, които могат да създадат следните опасности:

- облъчване – гама-радиацията се излъчва от повечето радионуклиди и може да увреди човешкия организъм при директно облъчване. Обхвата (проникващата способност) на гама радиацията във въздух е няколко метра (дори стотици метри), но силата намалява обратно пропорционално на квадрата на разстоянието от източника;

- вдишване – вдишването на радионуклиди излага организма на сериозно вътрешно облъчване, особено ако радионуклида се задържи дълго в тялото. Вдишването или поглъщането през храносмилателния тракт на радионуклиди, които излъчват алфа-лъчи е изключително вредно;

- поглъщане – консумирането на зарамена храна или напитки може също да доведе до натрупването на много големи дози, още повече ако радиоактивните материали престоят в тялото дълго време. Например Йод-131 се натрупва в щитовидната жлеза, а Плутоният в белите дробове и костната тъкан;

- контакт с кожата – много радионуклиди се разпадат чрез бета-излъчване с или без съпътстващо гама-излъчване. Бета-излъчването има много малък обseg във въздуха (в границите на 1 ÷ 2 метра в зависимост от енергията на излъчване), но директното излагане на кожата на бета излъчване може да доведе до изгаряния [9].

Според [6, 7, 8] десетки радионуклиди се използват в различни запечатани източници, само малък брой са в концентрирани количества

или са широко достъпни: ^{241}Am , ^{252}Cf , ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{192}Ir , ^{238}Pu , ^{210}Pu , ^{226}Ra и ^{90}Sr .

Разпространението на радиация чрез устройство, разпръскващо радиация може да засегне големи площи в зависимост от атмосферната стабилност. Този вид инцидент може потенциално да парализира град или държава, като повлияе значително на икономическото, политическото и социалното развитие. Големината на въздействието зависи от фактори, включващи местното население, климатичните условия и оценката на радиационните дози.[1, 2, 4]

За оценка на радиологичното въздействие на действителните и потенциалните изпускания на радионуклиди в околната среда могат да се използват софтуерни платформи. Те са основни инструменти за използване при регулаторния контрол на рутинните изхвърляния в околната среда, както и за планиране на мерки, които трябва да бъдат предприети в случай на случайни изпускания, за прогнозиране въздействието на изпускания, а също така и за посочените по-горе вероятности за използване на „мръсна бомба“. Софтуерните платформи дават възможност за оценка на радиационните събития в различни аспекти. Често трябва да се използват няколко платформи самостоятелно или в комбинация за да се реши възможният ефект от използване на радиоактивни източници.

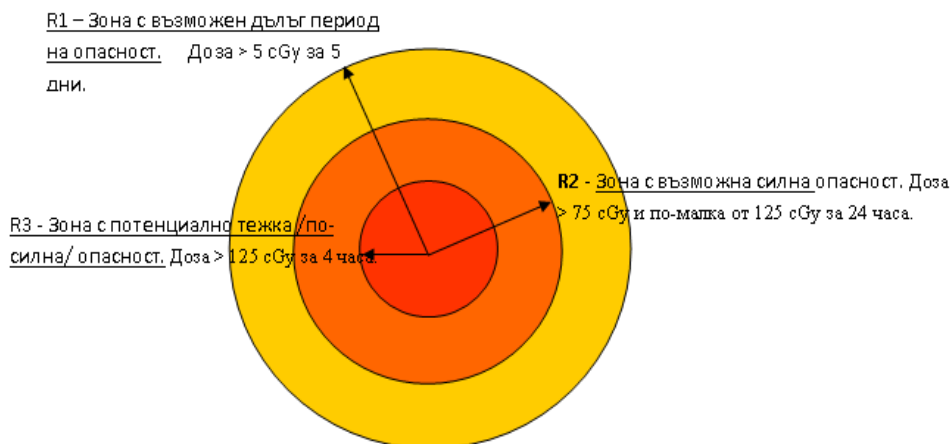
Зони на радиологична опасност са тези, в които неекипиран с предпазни средства личен състав и техника могат да бъдат поразени от радиологичното излъчване. Радиологичната зона на опасност зависи от типа на разпръскването (вид на източника) и диспергирането във въздуха, което е следствие на разпръскването.

Зоната на опасност се разделя на три под зони, в зависимост от общата доза, която ще бъде получена от незащитен личен състав. Тези зони се определят съгласно „Праговите нива на радиационно излагане“ дефинирани в стандарти на НАТО (STANAG 2083 и STANAG 2473). Трите зони са описани, както следва [9]:

– Зона R1 – в тази зона, незащитеният личен състав се очаква да получи дози надвишаващи 5 cGy за период от 5 дни. Радиологичното облъчване на хората може да предизвика повишен болестотворен риск (т. е. повишен риск от развитие на рак) за продължителен период от време и радиологичното облъчване трябва да се контролира (ALARA – As Low As Reasonably Achievable – Толкова ниско колкото е разумно осъществимо) и да се записва. Нивата на фоновото излъчване трябва да се следят непрекъснато, за да се засече началото и края на радиологичното замърсяване. Личният състав, който няма пряко отношение трябва да се предупреди, да се укрие и да се вземе решение за евакуация. В зависимост от отчетените стойности на местността, трябва да се изберат подходящи защитни средства;

– Зона R2 – в тази зона, нивата на радиация се очаква да са достатъчно високи, така че е необходимо да се вземат активни мерки за намаляване на облъчването. Незащитеният личен състав, който престои в тази зона продължително време може да очаква да получи дози превишаващи 75 cGy (но по-малко от 125 cGy) за 24 часа, което е достатъчно да предизвика намаляване на работоспособността за кратък период, но с последващо пълно възстановяване. Действията в тази зона трябва да се сведат до изпълняването само на критични задачи;

– Зона R3 – зона с потенциално тежка (по-силна) опасност. Тази зона съответства на област, в която радиационните дози се очакват да надхвърлят 125 cGy за период от четири часа. Хората, които престоят в тази зона значително време, ще получат достатъчно големи дози, които ще предизвикат недееспособност за кратък период от време и дори смърт. Крайно наложително е прилагането на защитни мерки и незабавна евакуация на личния състав, който не е ангажиран пряко. Необходимо е да се окаже специализирана медицинска помощ на хората напускащи зоната.



Фиг. 1. Зони на радиоактивно замърсяване при радиологично разпръскване [9]

3. Софтуерно решение за оценка на риска при използване на радиационно разпръскващо устройство в Българската армия.

В Българската армия на въоръжение е приет софтуерен продукт CBRN Analisys. Той е предназначен да предоставя на военните командири бърза и точна информация с цел повишаване на тяхната ЯХБР ситуационна информираност, която се привежда в съответствие с NATO's Comprehensive CBRN Defence Doctrine, както е описано в Съвместната тактическа публикация по ЯХБЗ АТР-3.8.1. Усвояването на версия 20.0 CBRN Analisys е в съответствие с изпълнението на ЦС 6218 „Специализирани способности за ЯХБЗ” от пакет ЦС 2017. Софтуерният продукт се различава значително по архитектурата от версия 13.1, но аналогично на тази версия в новата също се въвеждат CBRN съобщения които генерират съответната информация съгласно тактическа публикация АТР-45 F. Изображението на прогнозираната и фактическата обстановка се

изобразява на световната карта. Оперативната обстановка може да бъде изобразена с всички подробности със съответните символи съгласно публикация АРР-6. Часовата измереност може да бъде оперативна и реална. Софтуерът има възможност да се свърже с оператори на други участници по време на учение или реална ситуация посредством Интранет връзка.

4. Резултати и дискусии

В настоящият доклад е направен симулационен модел на радиационно разпръскващо устройство със съдържание на ^{241}Am . Поради съображения за сигурност на информацията няма да се въвеждат военни формирования в обстановката, а ще се разгледа като случай на поразяване на жилищен град. В случая устройството е поставено в индустриалната зона на гр. Велико Търново. Метеорологичната обстановка, която е въведена чрез CBRN съобщение е: температура на въздуха 20 °C, влажност 80 %, облачност – променлива, стабилна вертикална устойчивост, без валежи, т.е. сухо отлагане. Разпръскването на радиоактивният материал е осъществено чрез взрив на бомба.

CBRN съобщения които се изготвят за да се симулира въздействието:

- CBRN 1 RAD не се изчислява. То трябва да бъде въведено от оператора, получено чрез комуникация или генерирано от CBRN 4 отчет. CBRN 1 RAD обикновено се използва за изчисляване на CBRN 2 RAD.

- CBRN 2 RAD се изчислява от CBRN 1 RAD или се въвежда от оператора или се получава чрез комуникацията. Докладът CBRN 2 RAD обикновено се използва за информирание на други формирования за инцидента и за изчисляване на CBRN 3 RAD, като се използва подходящата информация за времето в CDR съобщението.

- CBRN 3 RAD се изчислява от CBRN 2 RAD и CDM или се въвежда от оператора или се получава чрез комуникацията. Използва се за показване на шаблона на карта и за предупреждение на формирования в риск.

- CBRN 4 RAD трябва да бъде въведено от оператора или получено от формированията за РХР (радиационно и химическо разузнаване). Докладът CBRN 4 обикновено се използва за изчисляване на CBRN 5 RAD и за показване на резултатите от детектори.

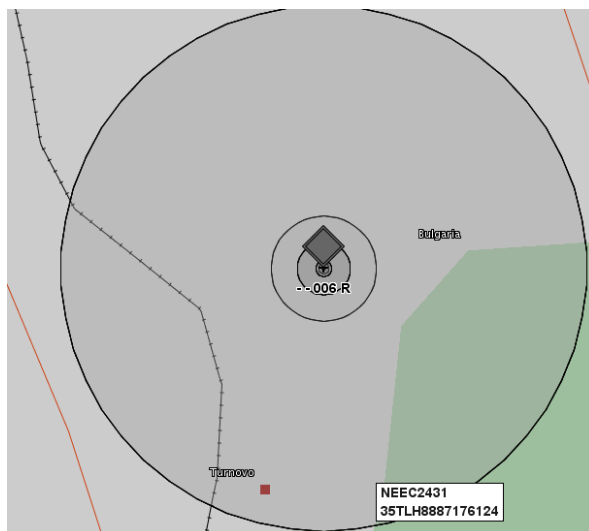


Фиг. 2. Изобразяване на резултатите от CBRN 4 RAD

CBRN 4 RAD може да се използва за предаване на друга допълнителна информация за резултатите от разузнаването, напр. подробна информация за използваните детектори или за докладване, че не се открива радиация. CBRN 4 RAD може също да се използва за докладване, че даден инцидент е напълно ясен.

Методът на изчисление позволява по-подобrena изпъкнала площ на замърсяването. Това се дължи на замяната на съществуващото изчисляване на CBRN 4 на CBRN 5, което ще доведе до един отчет за CBRN 5, който ще се основава на всички показания, които се правят в рамките на 24-часов период от време. CBRN 5 трябва да бъде одобрен, преди да може да бъде предаден. Неодобрената CBRN 5 ще се актуализира автоматично, ако CBRN 4 RAD се актуализира или промени и изчислението се повтори с настройките.

CBRN 6 RAD трябва да бъде въведено от оператора или получено чрез комуникацията от по-ниско ниво в системата за предупреждение и докладване. CBRN 6 RAD може да се използва за обяснение на конкретна информация за инцидент с RAD. CBRN 6 RAD не се използва за изчисление.



Фиг. 3. Резултат от разпръскване на ^{241}Am от CBRN Analysis

След като бъде установена радиологична опасност, скоростта на дозата във всеки бъдещ момент може да бъде изчислена, като се използва скоростта на разпадане. За инцидент с „мръсна бомба”, включващ само един радионуклид, скоростта на разпадане L може да се определи от периодът на полуразпадане $t_{1/2}$, както следва:

$$L = 0.693 / t_{1/2} \quad (1)$$

Ако в CBRN RAD 4 съобщение отчита измерената скорост на дозата R_1 (ROMEO) на дадено място (FOXTROT) и време (DELTA), мощността на дозата в по-късен момент, R_2 , може да бъде определена, както следва:

$$R_2 = R_1 \cdot \exp(-L \cdot t), \quad (2)$$

Където - t е изминалата разлика във времето, която трябва да бъде в същите единици време като периодът на полуразпадане (дни, часове и т.н.)

Общата доза, D_t , за незащитен персонал на дадено място (FOXTROT) може да се изчисли от докладваната скорост на дозата R , както следва:

$$D_t = R \cdot T, \quad (3)$$

където T е приблизителната продължителност на експозицията на това място. Например, ако формирова събщи, че мощността на дозата на дадено място и време е $0,1 \text{ cGy} / \text{h}$ и се очаква то да заеме това място в продължение на 6 часа, очакваната обща доза ще бъде $0,1 \times 6 \text{ cGy} = 0,6 \text{ cGy}$.

Радиоактивните частици от радиологичен инцидент ще бъдат транспортирани не само чрез адвентия на вятъра, но и чрез дисперсия и дифузия. Следващото изчисление ще позволи да се изчисли времето на пристигане на радиоактивните частици в единични места в подветрената страна.

$\text{ETA (минути)} = \text{Разстояние на единицата от мястото на освобождаване (км)} / 1,5 \times \text{Скорост на вятъра (км / ч)} \times 60$

Ръководството за експлоатационна експозиция ще посочи гранична доза D_m на мисията, която не трябва да бъде надвишавана. Ако отчетената мощност на дозата за единица на дадено място и време е R , Времето на престой, t_{stay} , на това място може да бъде оценено от:

$$t_{\text{stay}} = D_m / R, \quad (4)$$

Например, ако дозата на формирането е настроена така, че никой личния състав не трябва да надвишава $0,1 \text{ cGy}$ и отчетената скорост на дозата е $0,025 \text{ cGy/h}$, времето на престой е $= 0,1 / 0,025 = 4$ часа.

Ако индивидът или единицата на място (FOXTROT) вече има предварителна доза радиация, D_p , или от излагане на това място преди текущото време, или поради предишна мисия, тогава оценката на времето за престой трябва да се коригира, както следва:

$$t_{\text{stay}} = (D_m - D_p) / R, \quad (5)$$

Стойността на D_p може да бъде получена или чрез докладвано измерване на индивидуалната доза от индивидуален дозиметър. [9]

5. Заключение

Терористичните атаки с помощта на радиологично разпръскващи устройства, известни като „мръсни бомби” са сред най-големите заплахи за социалния и политическия свят днес. Ефектите от такива устройства са многобройни и могат да причинят различна степен проблеми, водещи до масова паника, до огромни местни и глобални икономически загуби, както и до замърсяване на околната среда, до преки и косвени жертви.

Чрез симулираните условия установихме, че ефектите от мръсна бомба с ^{241}Am могат да достигнат значителни области и разстояния. На разстояние 0,75 km от мястото на разлива радиоактивното замърсяване личния състав ще получи доза на облъчване по-вече от 125 cGy/h, до 0,25 km ще достигне по-вече от 75 cGy/h за 24 часа, а на разстояние 2,5 km ще получи 5 cGy/h за 5 дни.

В зоната с радиус 2,5 km жителите трябва незабавно да бъдат евакуирани, но за останалите райони жителите може да се даде време за организиране на евакуацията.

Използвана литература:

1. JONES, J.A., SINGER, L.N., BROWN, J., The EXPURT Model for Calculating External Gamma Doses from Deposited Material in Inhabited Areas, Journal of Environmental Radioactivity 85:314-329,2006.

2. Долчинков Н., М. Хвостова, Б. Караиванова-Долчинкова, Действия при извънредни ситуации от техногенен характер. Международна научна конференция „Актуални проблеми на сигурността“, НБУ, ВТ., 2018.

3. N. T. Dolchinkov, Investigation of the State of the Radiation Control Systems and the Actions of the Competent Authorities and the Population in the Event of a Change in the Radiation Background in Bulgaria, International conference KNOWLEDGE-BASED ORGANIZATION Subu, Romania 24(3) 38-44.

4. Харалампиев, М.С., Последствия от радиоактивното заразяване при ядрена война. Сборник доклади от научна конференция „Радиационна безопасност в съвременния свят“ НБУ „Васил Левски“, Велико Търново, 2016, с.95, ISBN 978-954-753-243-4.

5. Пъдарев, Н. И., Елементи от природната среда за радиационна защита при военни операции. Сборник доклади от Годишната университетска научна конференция на НБУ „Васил Левски“, ВТ, 2017, том 2, с. 101 – 106.

6. Padarev, N. I., Radiological threats to the security environment. Security and future, ISSUE 4/2018, Sofia, 2018, pp 173-176, pub. Scientific technical union of mechanical engineering – Industry 4.0 Bulgaria.

7. Пъдарев, Н. И., Планиране управлението на отпадъци съдържащи ЯХБ агенти, Годишник на НВУ 2019, част II, с. 88- 100, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски” ВТ, 2019, ISSN 1312-6148

8. Пъдарев, Н. И., Софтуерни инструменти за оценка на риска при използване на радиологично разпръскващо устройство Годишник на НВУ 2019 част II, с. 79- 87, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски” ВТ

9. ATP-45 F. Warning and Reporting and Hazard Prediction of Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Incidents, Edition F Version 1, NATO standardization office, 2019.

Адрес за кореспонденция:

*гл. ас. д-р Николай Илиянов Пъдарев, НВУ „В. Левски”, e-mail: nikolai_padarev@abv.bg
к-т старишина Иво Ненчев Минов, НВУ „В. Левски”, minov615@gmail.com*

ОЦЕНКА НА РИСКА ПО ДАННИ ОТ НАЦИОНАЛНАТА СИСТЕМА ЗА РАДИОЛОГИЧЕН МОНИТОРИНГ НА ОКОЛНАТА СРЕДА ПРИ ИЗГОТВЯНЕТО НА ОБЕКТОВ АВАРИЕН ПЛАН

Галина Иванова

RISK ASSESSMENT ACCORDING TO DATA FROM THE NATIONAL SYSTEM FOR RADIOLOGICAL MONITORING OF THE ENVIRONMENT DURING THE PREPARATION OF OBJECT EMERGENCY PLAN

Galina Ivanova

***Annotation:** The report provides the state of the radiation situation as part of the preparation of an emergency plan on site. The radiation environment has a direct impact on the quality of work and the natural environment.*

***Keywords:** radiation environment, emergency plan,*

1. Приложение на данните за радиационната обстановка в обектов аварийен план

Регионалните инспекции по околна среда и водите (РИОСВ) събират данни и осъществяват контрол върху радиационната обстановка като това е една от основните им дейности. На базата на получените данни се изготвят анализи на национално и регионално ниво за радиационния риск от дейността на промишлените предприятия. Изготвянето на адекватен обектов аварийен план на промишлено предприятие е дейност повлияна до голяма степен от състоянието на околната среда и в частност от локалната или регионална радиационна обстановка [6]. Основно се осъществява мониторинг върху работната и околната среда, който се различава по признаци като: обхват, време и методически подход.

Във всеки конкретен случай свързан с приложение по признака “обхват”, се маркира предполагаемата територия на радиационното въздействие и границата на засегнатите компоненти на работната и околната среда. Основната превантивна задача на аварийните планове (свързана с оценка на риска) е правилното определяне на територията

(границата), върху която биха се разпространили вредните вещества от дейността на предприятието и/или на разположените в него съоръжения или технологични уреди с радиоактивен източник.

Националният мониторинг по териториален обхват се идентифицира с мониторинга на околната среда в България, което изисква наличието на специализирани и оторизирани контролни органи на национално ниво.

На следващото по-ниско ниво са общините като всяка разработва собствен План за защита на населението и инфраструктурата при бедствени и аварийни ситуации, който се използва за определяне и превенция на рисковете от настъпване на критични ситуации. В плана на общината се отчита вероятността от настъпване на бедствени ситуации (с природен и/или антропогенен произход), свързани с разпространението на вредни вещества в компонентите на околната среда. Контролът се осъществява, чрез структурите на РИОСВ като част от провеждания регионален мониторинг, който обхваща границите на определения район (община). Разпространението, след авария на радиоактивните вещества в околната среда е най-бързо и с най-голям дълготраен ефект върху хората (работници и население) намиращи се в зоната на въздействие [5]. Поради това, от значение е провеждането на локален мониторинг, който да се осъществява в границите на населените места, промишлените зони или в определени екосистеми. Той трябва да обхваща комплекси от съоръжения, намиращи се в близост и създаващи възможност за индуциране на процеси и явления, които съвместно или последователно могат да окажат въздействие върху здравето на хората и компонентите на околната среда.

Съгласно чл. 35 от Закона за опазване на околната среда всяко физическо или юридическо лице осъществяващо производствена дейност е длъжно да изготви аварийен план за действие, който да влезе в сила при настъпване на бедствена и/или аварийна ситуация. По признака обхват, това е индивидуален (по обекти) мониторинг върху разпространението на вредни вещества, както във време на нормален технологичния режим, така и при извънредна ситуация [3,4].

По признак **“време”** мониторингът върху състоянието на компонентите на околната среда може да бъде оперативен – при настъпване на извънредна ситуация в производствения процес, както и периодичен (сезонен), когато е налице прекъснат режим на производство (работа на предприятието, съоръженията, инсталациите и др. обекти) или контролът върху дейността следва да се осъществява през определен период от време. Съгласно законодателната система на България задължително се осъществява краткосрочен мониторинг на производствената дейност (по заявки при въвеждане в експлоатация на нови инсталации и съоръжения или при подновяване на работния режим на предприятието), той има за цел да удостовери, че се изпълняват

поставените изисквания за опазване на околната среда. За всеки проект или инвестиционно предложение се изготвя Доклад за оценка въздействието върху околната среда от инспекторите на РИОСВ, които съпровожда основната документация на обекта. Докладът определя вероятността от въздействие върху компонентите на околната среда, като класифицира обекта в зависимост от неговия радиационен риск за краткосрочен, дългосрочен или постоянен мониторинг.

По признак **“методически подход”** се определят използваните методи, начини и уреди се контролира състоянието на работната и околната среда. От значение при изготвянето на аварийни планове са: радиологичения – свързан с разпространението на радиоактивни вещества в средата и живите организми и радиобиологичения – изследващ влиянието на радиацията върху живите организми. Посочените два подхода се повлияват от синоптичния – изследващ състоянието на метеорологичното време над даден район.

Осъществяването на мониторинг, чрез методическия подход върху промишлените предприятия е един от най-всеобхватните методи, който намира своето практическо приложение. Той се свързва с определяне на физико-химичното въздействие на отделените при авария вещества върху населението, работната среда и компонентите на околната среда. Установяването на това въздействие може да се осъществи чрез различни качествени и количествени методи, подходи на изследване и добри практики, използващи съвременна измервателна и аналитична техника. Поради тази причина методическият подход в този частен случай, може да бъде разглеждан, като комплекс от мероприятия, които се провеждат с цел проучване, събиране и анализ на получените данни за характеристиките на източниците на замърсяване, както и за изграждане на стратегия за намаляване на въздействието им [5, 7].

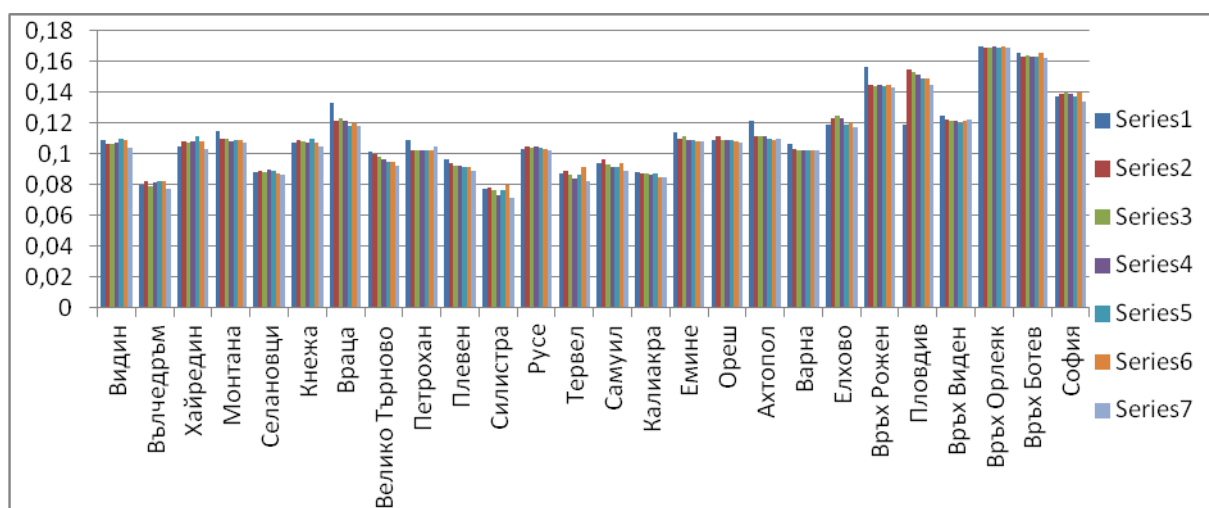
В **„методологичен аспект”** най-перспективни са следните подходи за осъществяване на мониторинг върху компонентите на околната среда: експедиционен – когато не са налице постоянно постъпващи данни за компонентите на околната среда и постъпващите в тях вредни вещества; стационарен – когато има позиционирани системи за постоянно предаване на информация; комплексен (метеорологични, физико-химични и фоновы станции) – при получаване на комбинирана информация за състоянието на средата; дистанционен – когато информацията се получава от сателитни и предавателни станции; трансграничен (междудържавен), когато състоянието на компонентите на околната среда е въпрос, касаещ интересите на няколко държави [2].

2. Автоматизирана система за наблюдение на радиационния гама фонд

Националната автоматизирана система за непрекъснат контрол на радиационния гама – фон се състои от 26 локални мониторингови станции, измерващи мощността на дозата. Станциите са разположени по цялата територия на страната, работят в непрекъснат режим и изпращат данни в централната станция в Изпълнителната агенция по околна среда [2].

Потребители на оперативната информация от системата в реално време са: МВР - Главна дирекция „Гражданска защита” (Гражданска защита има **24-часов, 7 дни в седмицата, дежурен пост** за наблюдение на радиационната обстановка в страната. Дежурният пост ползва непрекъснатия поток от информация, изпращан от Автоматизираната система); Агенция за ядрено регулиране; Министерство на отбраната; АЕЦ „Козлодуй”; ИАОС – Радиологична лаборатория Враца и ИАОС – Радиологична лаборатория Варна.

Автоматизираната система е част от Европейската система за обмен на радиологични данни (**EURDEP**) и **ежедневно** изпраща информация за радиационния статус в страната. Изготвя се ежедневен **бюлетин за състоянието на радиационния гама фон в страната.**



Фиг. 1 Изменение на радиационната обстановка по населени места за периода от 11.11. до 17.11.20г., подадени от Автоматизираната система за радиационен мониторинг [8]

2.1. Автоматизирана система за радиационен мониторинг на води

Изпълнителната агенция по околната среда (ИАОС) обслужва и контролира данните от Автоматизирана система за радиационен мониторинг на води на р. Дунав в района на АЕЦ „Козлодуй” (АСРМВ). Системата се състои от две локални мониторингови станции, разположени преди и след „топлия” канал на атомната централа. Целта е контрол и оценка на използваните води от р.Дунав и тяхното състояние след

„топлия” канал. Станциите извършват непрекъснато автоматично пробовземане от реката и радиологичен анализ за установяване наличието на гама-емитиращи радионуклиди. Пробовземането се извършва чрез водни помпи, закрепени върху понтоните на двете пристанища. Резултатите от измерванията се изпращат автоматично (на всеки 2 часа) към централната станция, разположена в сградата на ИАОС. Системата дава възможност при евентуално радиоактивно замърсяване на р. Дунав да се определи категорично, дали източника е АЕЦ „Козлодуй” [7].

2.2. Лабораторно-аналитична дейност за off line наблюдение

Радиометричните измервания в условия на пробонабиране и последващи лабораторно-аналитични дейности се осъществяват от лабораториите за радиационни измервания в София, Бургас, Варна, Враца, Монтана, Плевен, Пловдив и Стара Загора. Информацията от лабораторните анализи под формата на протоколи и отчети постъпват в ИАОС София на всяко тримесечие. Данните се събират, обработват и съхраняват в национална база данни, като за целта се използва специализиран софтуер.

Освен фонов радиологичен мониторинг се извършва и надведомствен мониторинг на радиационното състояние на околната среда в наблюдаваната зона на АЕЦ “Козлодуй”, както и в райони на бивши уранодобивни обекти и други потенциални замърсители [1]. Параметрите, по които се осъществява радиологичния мониторинг на околната среда са:

- радиационен гама-фон (мощност на дозата гама-лъчение);
- обемна активност на естествени и техногенни радионуклиди в атмосферен въздух;
- специфична активност на естествени и техногенни радионуклиди в необработваеми почви, строителни материали, отпадъчни продукти и седименти;
- обща алфа и бета активност и съдържание на естествен уран, радий-226 и тритий в повърхностни, подземни и отпадъчни води.

На базата на резултатите от проведения радиологичен мониторинг се изготвят тримесечни бюлетени и Национален доклад за състоянието и опазването на околната среда в България – раздели: „Радиационно състояние на околната среда”.

Данните от извършвания радиологичен мониторинг се докладват ежегодно към Европейската комисия и се събират в общоевропейска база данни - **REM** (Радиологичен мониторинг на околната среда). Публикуват се в Годишен доклад за нивата на радиоактивност в околната среда на страните от Европейската общност [1].

3. Заключение

Националната система за радиологичен мониторинг на околната среда е създадена с цел да открива отклонения от допустимите стойности

на радиационните параметри в основните компоненти на околната среда. Мониторингът се осъществява, чрез автоматични и лабораторни анализи на измененията в концентрациите на радиоактивните елементи в атмосферния въздух, водите и почвата. Непрекъснатите и периодични наблюдения на радиационните параметри на основните компоненти на околната среда дават достъп и осигуряват актуална информация в реално време. Тази информация е предназначена за държавните и местни органи на управление и обществеността.

Въвеждането в експлоатация и предоставянето на актуална информация е част от предприетите мерки и поетите отговорности на страната ни като част от Европейския съюз. Приета е и се следва Програмата за радиологичен мониторинг утвърдена от министъра на околната среда и водите със Заповед № РД-295/28.04.2017 г..

Литература:

1. Димитров, Б., Н. Пъдарев, монография, Аспекти на защитата от оръжия за масово унищожение в съвременния свят, ИК на НБУ „В.Левски” ВТ, 2020, с.313, ISBN 978-954-753-314-1;

2. Долчинков, Н., Влияние на метеорологичните елементи върху формирането на радиационния фон в България, International journal „Knowledge without borders“, Skopje ISSN 1857-92 Vol 16.1 стр. 451-457 GIF 1.023 (2015);

3. Долчинков, Н., М. Хвостова, Б. Караиванова-Долчинкова, Действия при извънредни ситуации от техногенен характер с отделяне на радиоактивни вещества, Сборник доклади от Научна конференция „Радиационната безопасност в съвременния свят“ НБУ „В. Левски”- гр. В. Търново – 16.11.2018 г ISBN 978-954-753-258-8, стр. 48-57;

4. Долчинков, Н., Мониторингът на радиоактивното замърсяване – фактор на ядрената сигурност на България, Сборник доклади от Годишна научна конференция на НБУ „Васил Левски” – 1-2 юни 2018 г. ISSN 1314-1937 т.4 стр. 146-157;

5. Долчинков, Н., монография, Действия на населението при извънредни ситуации, Издателски комплекс на НБУ „В.Левски“, ВТ, ISBN 978-954-753-306-6, стр.186, 2020 г.;

6. Пъдарев, Н., С. Лилянова, Радиационни инциденти с радиоактивни отпадъци, Сборник доклади от Годишната университетска научна конференция на НБУ „В.Левски” ВТ, Том 4, 2018, с. 168-175, ИК на НБУ „В.Левски” ВТ, 2018, ISSN 1314-1937;

7. Харалампиев, М., Н. Долчинков, Анализ на действащите и проектирани ядрени мощности в региона и евентуалното им въздействие на гама-фона на територията на България, Сборник доклади от Годишна

научна конференция на НВУ „В.Левски” – 1-2 юни 2017 г. ISSN 1314-1937
т.2 стр. 111-120;

8. <http://eea.government.bg/bg/output/daily/bulletin-rad.html>,
11.11.2020г.

Адрес за кореспонденция:

*Галина Христова Иванова, главен асистент д-р инж.,
Катедра „Защита на населението и инфраструктурата”
Факултет „Общовойскови”
НВУ „Васил Левски” – Велико Търново
бул. „България”, № 76,
e-mail: galina_h_ivanova@abv.bg*

РОЛЯТА НА ЯДРЕНАТА ЕНЕРГЕТИКА В СВЕТОВНАТА ИКОНОМИКА

Николай Долчинков, Бонка Караиванова-Долчинкова

THE ROLE OF NUCLEAR ENERGY IN THE WORLD ECONOMY

Nikolay Dolchinkov, Bonka Karaivanova-Dolchinkova

Abstract: *The project for the construction of a second NPP in Bulgaria emerged in the 1970s, almost immediately after the commissioning of the Kozloduy NPP. This important energy project for Bulgaria has been launched and stopped several times in recent decades, most often under the influence of foreign and domestic political decisions. Meanwhile, Bulgarian taxpayers pay large sums due to mistakes and indecision of our political elite. It is time for the experts in this field to state their arguments and to make the best decision for Bulgaria, instead of wasting endless funds. With this procrastination and waiting for the decision to be dictated to us, we will expel our nuclear specialists and in the foreseeable future we will be hungry for nuclear energy specialists.*

Key words: *accidents, criteria, different, extraordinary situations, technology.*

Увод

Проектът за изграждане на втора АЕЦ в България възниква през 70-те години на XX век, почти веднага след пускането в експлоатация на АЕЦ „Козлодуй“. В продължение на почти цяло десетилетие се избира площадка за строежа на атомната електроцентрала. Този важен за България енергиен проект неколкостранно е стартиран и спиран през последните десетилетия най-често под въздействие на външни и вътрешни политически решения. Междувременно българските данъкоплатци плащат големи суми заради грешки и нерешителност на политическия ни елит. Време е специалистите в тази област да кажат своите аргументи и да се вземе най-доброто решение за България, вместо прехосването на средства без край. Въпреки че в август 2019 година приключи подаването на документи за участие в строителството на централата все още правителството ни няма изразено становище и в публичното пространство няма излезли резултати от дейността на създадените към министерството на енергетиката комисии. Вместо това продължават да се харчат пари за световно неизвестни „енергийни“ експерти, които да съветват нашите

специалисти в ядрената енергетика. С това протакане и чакане да ни продиктуват решението ние ще изгоним нашите ядрени специалисти и в съвсем обозримо време ще изпитаме глад за специалисти в ядрената енергетика [7, 12].

Изложение

Ядрената енергетика в световен мащаб осигурява повече от 33% от световното производство на електроенергия, като в някои държави като Франция, Япония и други нейният дял е повече от 60%. При нормален режим на работа на съвременните АЕЦ не съществува голям риск за авария и възможната вреда за населението е много по-ниска от тази в районите около големите ТЕЦ или крупните химически заводи.

Международната агенция за атомна енергетика (МААЕ) в своята работа подкрепя държавите-членки с атомни електроцентрали за подобряване на производителността и осигуряване на безопасна, надеждна, ефективна и безпроблемна дългосрочна експлоатация, включително и развитието на човешките ресурси, лидерство и системи за управление [6, 10, 13,14]. Осигурява методи и инструменти за моделиране, анализ и оценка на бъдещите АЕЦ за устойчиво развитие на ядрената енергетика и създаване на схеми за сътрудничество и подкрепа при разработването и внедряването на технологии за усъвършенстване на ядрените реактори и неенергетически приложения на ядрените мощности. През 2018 г. възможността за прилагане на ядрена енергийна програма беше активно разгледана и планирана от 28 държави-членки са започнали проект за изграждане на АЕЦ или са започнали неговото практическо изпълнение, 4 от които са изградили първата си атомна централа. 23 държави създават ядрена енергетика: 7 в Африка; 12 в Азия; 4 в Европа – Беларус, Турция, Казахстан, Полша.

Към края на 2018 г. над 65% от действащите ядрени енергийни реактори в света са в експлоатация повече от 30 години. През миналата година в света има 450 действащи реактора, като 93 от тях са над 40 години в експлоатация; 201 са работили в интервала 30-40 години; 62 са на възраст 20-30 години; 35 – 10-20 години и 59 реактора са под 10 години от въвеждането им в работа. Срокът на валидност на лиценз за ядрен реактор обикновено е 30-40 години, но техният експлоатационен живот се удължава значително чрез подходящи програми за управление на жизнения цикъл, което включва специфични анализи на безопасността и оценка на най-важните структури, системи и елементи.

2563 TWh електроенергия са произвели действащите АЕЦ през 2018 г, като за сравнение 2657 TWh са произведени през изминалата 2019 г или ръст от почти 100 TWh. Най-голямо производство на електроенергия от ядрени мощности е реализирана през 2012 г от 2661 TWh. 311 TWh ръст за

4 години са отбелязани от ядрените мощности по света. 397 Gwe резерв има през 2019 г. само от ненатоварването на този тип мощности [9, 13].

13 излезли от експлоатация ядрени реактора са отбелязани през 2019 г. и 5 пуснати реактора – Китай - 2, Русия, Иран, Великобритания, като мощността на влезлите в експлоатация реактори е по-голяма от мощността на излезлите.

В таблица 1 са показани нетните стойности на произведената от АЕЦ енергия в някои страни и какъв дял дават АЕЦ в общото производство на електроенергия в съответната страна. Франция е страната с най-голям дял на електроенергия от АЕЦ в Европа, докато Тайван е най-голям в света. САЩ имат най-голямо нетно производство на електроенергия от АЕЦ.

№	Страна	Брой реактори	Производство	%
1	Франция	56	382.4 TWh	70.6
2	Тайван	6	30.6 TWh	85.7
3	САЩ	95	803.5 TWh	19.7
4	Украйна	15	78.7 TWh	53.9
5	Русия	38	194.5 TWh	19.7
6	България	2	15.9 TWh	37.5

Таблица 1. Производство на електроенергия от АЕЦ

В България за изграждането на втора АЕЦ започва да се говори още в средата на 70-те години на XX век на най-високо държавно ниво веднага след като първата АЕЦ в Козлодуй е пусната в експлоатация. Веднага започва и проучването на терен за построяването на нова ядрена енергийна мощност. В продължение на няколко години детайлно са направени проучвания на 26 евентуални площадки, като 4 са във вътрешността на страната, 7 са по Черноморското ни крайбрежие и 15 по поречието на река Дунав. При избора основен фактор е било наличието на достатъчно количество водни ресурси за техническо водоснабдяване на бъдещата централа, с цел нормалното и безопасно функциониране на бъдещите реактори и съпътстващото оборудване. До последния етап достигат 3 потенциални терена, разположени по поречието на река Дунав – Белене, Вардим и Батин [1, 11]. С протокол № 315/26.02.1979 г. Министерството на икономиката предлага площадката в Белене за одобрение.

С постановление № 9/20.03.1981 г. на Министерския съвет на България е утвърдена площадката в Белене за изграждане на втора АЕЦ у нас [2].

Предвижда се реакторите да бъдат първоначално 2 по 1000 MW, а впоследствие да се построят още 2 аналогични, като съществува вариант при нужда да има възможност да се построят и още 2. По програма на договорите между тогава действащия СИВ се предвижда изграждане на 3 АЕЦ с такива реактори – в Белене, в „Щендел“ на територията на бившата ГДР и „Темелин“ в бивша Чехословакия. След обединението на Германия строителството на АЕЦ „Щендел“ е прекратено. Въпреки че АЕЦ „Темелин“ е разположена непосредствено до границата на Чехословакия с Австрия и в близост до Виена те отстояват изграждането ѝ и от 2002 година е в експлоатация, като в момента там работят 2 блока по 1000MW.

За историята и развитието на проекта на АЕЦ „Белене“ са изписани хиляди страници и са изговорени безброй думи. За изграждането на този стратегически енергиен обект обаче, според мен, не липсват на финансови средства, а политическите пируети продължават да играят важна роля.

През периода 1982 – 1986 година инвеститорът „Атомна енергетика“ Белене е въведен във владение на 1460 декара обработваема земя, 1078 декара горски фонд и 164 декара необработваеми земи. Строителното разрешение е дадено от ОНС Белене на 12.12.1987 година. Техническият проект е приет от Министерството на енергетиката с Протокол № 82/12.10.1988 г. По този начин се поставя началото на строителството на първите 2 енергоблока, като за основа служи подписаното съглашение за сътрудничество между правителствата на България и тогавашния СССР. Междувременно в тези години са изградени много съпътстващи съоръжения и комуникации, като: пътища, жп линия, електропроводи, насипи, дренажи, жилища и др.

За изграждането на реакторите и съпътстващите възли както на нашата централа, така и на тези в ГДР и Чехословакия се изгражда модерното тогава сдружение от типа на международна кооперация с участие на СССР, ГДР, Чехословакия, Полша, Унгария, България и др. Всяка държава участва с изработването на конкретни възли и детайли, в които е специализирана и има международно признати специалисти и предприятия. Към 1991 година от различните възли на блок 1 са били доставени между 25 и 80 % от необходимото оборудване [3]. То е било повече от 17 00 тона и представлява 60% като физическа доставка и 40% като стойностна доставка.

През 1990 година с решение № 106/17.05.1990 г „За финансирани разходите, свързани с ограничаване строителството на АЕЦ „Белене“ се ограничава финансирането на изграждането на централата. На следващата година Александър Томов в качеството си на вицепремиер без да е посетил строежа и да е ползвал експертно мнение подготвя и Министерския съвет прима Решение № 288/28.08.1991 година „За преодоляване проблемите, произтичащи от спиране на изграждането на АЕЦ „Белене“. С последващо

решение на правителството на Филип Димитров № 12/06.02.1992 г. става фактическото спиране на изграждането на втората ни АЕЦ.

Следва десетилетие белязано от множество нови експертизи, становища, заигравки и други. През това време се полагат грижи за съхранение на доставеното оборудване, консервиране на изграденото и запазване на техниката и материалите, което довежда до изразходване на допълнителни средства. Според международни експертизи и публикации стойността на нашия реактор е била около 2 милиарда долара към 1990 година, като дотогава са били инвестирани малко над 1 милиард. Към така похарчените средства до 2002 година ние изразходваме приблизително още толкова без да се извърши и крачка напред към завършване или отхвърляне на проекта. През тези години са направени няколко мисии на Международната агенция за атомна енергетика (МААЕ) под ръководствата на Адидар Гюрпинар, Ашли Ервин и Ханс Бликс. Работната площадка е посетена от посланиците на водещи страни в ядрената енергетика като Русия, Франция и САЩ. Провеждат се и международни експертизи за сеизмичните условия с участието изтъкнати японски специалисти, „Сименс“, „Уесингхаус“ и др.

През 1999 година МААЕ прави проверка на съхранението на доставеното оборудване и дава много висока оценка за условията за съхранение и неговото състояние.

През юни 2002 година Народното събрание приема нов закон за безопасно използване на ядрената енергия (ЗБИЯЕ). В края на 2002 г. Правителството на България приема решение № 853/12.12.2002 г. с което отменя решението от 1991 година за спиране изграждането на АЕЦ „Белене“ и подновява процедурите и лицензионните процеси във връзка с изграждането на централата. Със заповед на Министъра на енергетиката и енергийните ресурси от 7 май 2003 е създадена експертна работна група във връзка с изграждането на централата. В нея са включени експерти от Министерство на енергетиката и енергийните ресурси, Министерството на околната среда и водите, Министерство на транспорта и съобщенията, Министерството на вътрешните работи, Министерството на здравеопазването, Агенцията за ядрено регулиране, Държавната комисия по енергийно регулиране, Държавна агенция Гражданска защита, НЕК и БулАтом.

През април 2004 год. е взето решение по принцип за строителството на втората АЕЦ в България, а с решение № 260/08.04.2005 г. Правителството дава своето съгласие за изграждане на ядрена електроцентрала на площадка „Белене“ с максимална инсталирана мощност 2000 MW. Обявена е обществена поръчка за процедура за избор на изпълнител за проектиране, изграждане и въвеждане в експлоатация на блокове 1 и 2 на електроцентралата.

До крайния срок – 01.02.2006 г. оферти за участие са подали 2 компании: ЗАО „Атомстройекспорт“, Русия и консорциум „Шкода Алианс“, Чехия. На 30.10.2006 г. официално се съобщава, че руската ЗАО „Атомстройекспорт“ е спечелила конкурса с вариант А92 за изграждане на два блока с мощност 1000 MW с вода под налягане на одобрената площадка.

На 24.01.2007 г. България, в изпълнение на изискванията на чл. 105 на Договора на Евратом, нотифицира Европейската комисия (ЕК) за подписано на 29.11.2006 г. Споразумение между НЕК и „Атомстройекспорт“ за проектиране, изграждане и въвеждане в експлоатация на АЕЦ „Белене“. В отговор ЕК изразява становище, че те отговарят на принципите на договора и могат да се прилагат.

В процедурата по избор на инвеститор участват 10 фирми, като след подбор са избрани 2 – Elektrabel (Белгия) и RWE (Германия). Изборът пада на германската фирма. За водеща структурираща и организираща банка е избрана френската „БНП Париба“.

На 18.08.2008 г. в присъствието на президентите на България – Георги Първанов и на Русия – Владимир Путин е подписано споразумение за инженеринг, доставка и строителство на АЕЦ „Белене“. Главен чуждестранен подизпълнител на руската компания „Атомстройекспорт“ е консорциум между френската група за ядрена енергия „Арева“ и немската фирма „Сименс“. На 05.12.2008 г. е подписано Допълнение 5 към споразумението от 29.11.2006 г. за поръчка и производство на оборудването.

През ноември 2008 г. ЕК официално посочва АЕЦ „Белене“ като един от трите примера за ядрен проект от трето поколение и препоръчва бъдещите нови ядрени мощности да бъдат само с ниво на безопасност и икономическа ефективност като това на трето поколение реактори.

На по-късен етап съответно през септември 2009 г и през януари 2010 г от проекта се изтеглят RWE и БНП Париба. Това довежда до забуксуване на проекта и неговото спиране на 28.03.2012 г с решение на Народното събрание.

След поредното спиране на изграждането на централата в България се иницира подписка, съдържаща 770 000 подписа за провеждане на национален референдум. На 24.10.2012 г. Народното събрание решава въпросът за националното допитване да е: „Да се развива ли ядрената енергетика в Република България чрез изграждане на нова ядрена електроцентрала?“, а самото допитване да е на 28.01.2013 г. За да бъде валиден референдумът, т.е. той да има юридическа стойност и решението от него да влезе в сила окончателно, то той трябва да отговаря на две условия:

1. Да гласуват поне същия брой гласоподаватели, колкото на последните парламентарни избори, т.е. 4 345 450 от включените в изборителните списъци 6 949 120 гласоподаватели;

2. Отговорът с 50% + 1 от гласовете да се приеме за легитимен.

. При отсъствие на необходимия минимален брой гласоподаватели за валидност на допитването, но при наличие на минимум 20% изборителна активност в изборния ден и повече от половината да са отговорили с „Да“, то спорът за доизграждането на АЕЦ „Белене“ се връща в Народното събрание, където депутатите отново ще обсъждат бъдещето на ядрената енергетика в България и ще вземат окончателното решение за съдбата на недостроената втора ядрена централа до крайдунавския град Белене, както се получава на практика [4, 8]. Резултатите от допитването са показани в таблица 2.

В последствие решението на въпроса се развива във времето и се спира развитието на нови ядрени мощности в България.

Да се развива ли ядрената енергетика в Република България чрез изграждане на нова ядрена електроцентрала?	Гласове	% от гласувалите	% от изборителите
Да	851 757	60,603	12,257
Не	533 526	37,961	7,678
Невалидни/празни гласове	20 180	1,436	0,290
Общо	1 405 463	100,000	20,225

Таблица 2: Резултати от национален референдум [4]

През годините се говореше в публичното пространство за много закононарушения и съмнения за разиграване на пари под масата между публични лица, политици и експерти, но всичко това остава в сферата на догатките. Или както казва Маргарет Труман, дъщеря на бившия президент на САЩ и основател на ЦРУ Хари Труман това е „капиталистическо решение на социалистически проблем“[5].

Междувременно след спиране на работата по проекта започнаха съдебни дела между българската и руската страни, които се проточиха няколко години и стигнаха до Международния Арбитражен съд. Решението на Арбитражния съд в Женева, което е оповестено през лятото на 2016 г., постановява Република България да изплати изработеното до момента оборудване на изпълнителя „Атомстройекспорт“ около € 620 000 000. През септември 2016 година след провеждане на кратки дебати Народното събрание одобри на НЕК да се отпусне държавен заем за

разплащане с руската страна, защото всеки ден забавяне струва на българския данъкоплатец приблизително €330 000.

Пред България се очертават три сценария във връзка със съдбата на оборудването:

1. То да бъде продадено на друга страна, като усилено се говори за Иран. Този сценарий е малко вероятен, поради спецификата на стоката и цената, която може да получим. Вече имаме горчивия опит на препродажбата на първия изготвен, който продадохме на Русия за $\frac{1}{3}$ от себестойността;

2. Да се приватизира проектът, като се търси стратегически инвеститор. Потенциален такъв инвеститор най-вероятно ще бъде отново руски или китайски, което не се възприема от някои политически кръгове, които робуват на свои измислени идеали;

3. Правителството да продължи изпълнението на проекта, което означава данъкоплатците да поемат разходите.

За развитието на ядрената енергетика има много аргументи „за“ и „против“, но е настъпило вече времето, ако искаме да сме страна с някаква тежест, а не изтривалка, да започнем да отстояваме своите интереси, защото всички значими енергийни проекти ни заобикалят, за сметка на съседите ни. Защото при това развитие на държавата ни и неадекватната енергийна политика, която водят правителствата ни скоро ще станем вносител на енергия и за същите енергоносители, които ползваме сега, ще трябва да плащаме на посредници и други страни за доставката им [6]. Според мен е жизнено необходимо за развитието на България при вземане на решения, касаещи големи стратегически проекти политиките да не следват своите конюнктурни цели и препоръките на „своите приятели“, а да се вслушат в доводите и мненията на специалистите и експертите в съответните области.

През август 2019 година приключи срокът за подаване на документи за участие в изграждането на АЕЦ „Белене“ или за доставяне на възли и детайли по оборудването. В търга участваха 19 компании от различни държави – Русия, Франция, Германия, Китай, Южна Корея, САЩ и други. Въпреки, че срокът за разглеждане на офертите изтече все още от Министерството на енергетиката няма изразено становище. Моето мнение е, че трябва да се вземат чисто технически и икономически обосновани решения, които да защитават българските енергийни и икономически интереси на сегашния етап на развитие. Не трябва да се допусне вземане на лобистко решение в полза на недоказани специалисти, но верни спонсори и поддръжници на определени фирми и държави.

Изненадващо преди няколко месеца изненадващо се появи съобщение за изграждане на 7 блок в АЕЦ Козлодуй по американска технология. Тук явно си личат следите на някои политици, които в свои

лични интереси за пореден път пренебрегват интересите на страната, за сметка на приети извънкулисни преговори с извиване на ръце. За вземането на такива решения трябва да се иска мнението на специалистите в тази област и да се внимава да не повтаряме грешките на Чехия, защото такива грешки струват скъпо.

Много сериозен е проблемът с наличието на кадри в областта на ядрената енергетика и обучението на млади кадри, които да подменят доайените на енергетиката в момента. Трудно се намират кандидати за обучение във Физическия факултет на СУ и ТУ София, вече практически е прекъсната и връзката с чуждестранните университети. При провеждането на 47 и 48 конференции по обучението по физика представители на АЕЦ Козлодуй неколкратно поставяха въпроса с тревожното състояние на кадровата обезпеченост на нашата ядрена енергетика. За да не станем от страна-износител на електроенергия в страна-вносител в обозримо бъдеще. Защото Румъния, Чехия и Унгария разширяват своето производство, Турция също работи с бързи темпове по изграждането на своите мощности.

Изводи:

1. При започване изграждането на АЕЦ „Белене“ е направен цялостен и задълбочен анализ на предложените площадки и избран най-добрият вариант, според наши и чужди специалисти;

2. ЕК официално посочва АЕЦ „Белене“ като един от трите примера за ядрен проект от трето поколение и препоръчва бъдещите нови ядрени мощности да бъдат само с ниво на безопасност и икономическа ефективност като това на трето поколение реактори;

3. Протакането на изпълнението на проекта, многобройните комисии, експертизи и др. процедури оскъпиха неколкратно проекта, с което допълнително се натоварва българския данъкоплатец;

4. Необходимо е намирането на стратегически инвеститор и завършването на проекта, като трябва да се отстояват българските национални и енергийни интереси, а не чужди и лобистки такива.

Ползвана литература:

1. Н. Набатов и колектив, Електроенергетиката на България, ТАНГРА ТанНакРа ИК, София, 2015;

2. Постановления и решения на МС на Република България, София,

3. Б. Манчев, АЕЦ „Белене“ – лекции пред клуб „Енергетик“, София, 2010];

4. ЦИК, Резултати от референдума: „Да се развива ли ядрената енергетика в Република България чрез изграждане на нова ядрена електроцентрала?“, София, 2013;

5. Truman Margaret, Murder in the CIA, Random house New York, 1987;

6. Долчинков Н., История, развитие и перспективи на проекта АЕЦ „Белене“, Научна конференция „Радиационната безопасност в съвременния свят“ НВУ „В. Левски“- гр. В. Търново – 11 ноември 2016 г. ISBN 978-954-753-243-4 стр. 81-90;

7. Върбанова, Б. Финансови и икономически аспекти на образованието в България. Издателство „Фабер“, 2020, с. 126, ISBN 978-619-00-1197-2;

8. Димитров Б. К., Транспортиране на радиоактивни материали съгласно европейската спогодба за превоз на опасни товари по шосе, Сборник доклади от Научна конференция „Актуални проблеми на сигурността“, том 5, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски“, 2020, с. 116-128, ISSN 2367-7475;

9. Николов Н. Х., Устойчиви органични замърсители, Сборник доклади от Научна конференция „Актуални проблеми на сигурността“, том 5, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски“, 2020, с. 18-24, ISSN 2367-7475;

10. Харалампиев М., Развитието на атомната енергетика и ядрените арсенали, Сборник доклади от Научна конференция „Актуални проблеми на сигурността“, том 6, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски“, 2020, с. 123-133, ISSN 2367-7475;

11. Padarev, N.I., Analysis of the Relation Between Climate Changes and Security Area, International Conference Knowledge-Based Organization, Vol. XXIV. Conference proceedings 3, Applied technical Sciences and Military Technologies, Sibiu, Rom., 2018, pp 169-173;

12. Varbanova B., Security and economy, Knowledge International Journal, 41(5), 915 - 922. Retrieved from, <https://ikm.mk/ojs/index.php/KIJ/article/view/4358>, ISSN 2367-7465;

13. Trifonov, T., Georgieva-Trifonova, T., Ivanov I., Signal processing and storing of high dynamic range acoustic data for knowledge discovery, Communications, Electromagnetics and Medical Applications (CEMA'19), Sofia, Bulgaria, 17-19 Oct. 2019-October pp. 58-62;

14.
https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/reports/2018/gc63-5_rus.pdf

Адрес за кореспонденция:

*Гл. ас. д-р инж. Николай Тодоров Долчинков: катедра „ЗНИ“, НВУ „Васил Левски“, Велико Търново, България; катедра „Инженерна екология и охрана на труда“, НИИ МЕИ, Москва, Русия, E-mail: n_dolchinkov@abv.bg тел. +359884730833;
Бонка Енчева Караиванова-Долчинкова; РУО Велико Търново, E-mail: bonka_vt@abv.bg*

ТЕНДЕНЦИИ НА РАЗВИТИЕТО НА СВЕТОВНИЯ ДОБИВ НА УРАН

Николай Долчинков, Олег Локтионов

TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF WORLD URANIUM MINING

Nikolay Dolchinkov, Oleg Loktionov

Abstract: Uranium is a strategic raw material and the presence of uranium deposits is a prerequisite for economic growth of its owners. Uranium mines operate in more than 20 countries in different parts of the world, although in 2018 about 55% of world production comes from only ten mines in four countries, and these four countries provide 77% of the world's uranium mined. The countries have varying degrees of government risk, affecting their attractiveness for investment in the extraction, processing and export of this raw material, taxes and the availability of skilled workers. These factors have already influenced the exploration of minerals, which led to the identification of an ore body before the extraction and processing process began.

Key words: uranium mines, uranium production, countries, factors, nuclear power.

След десетилетие на намаляване на уранодобива в 90-те години на XX век, добивът на уран от началото на настоящия век се е увеличил оттогава и сега отговаря на повишеното търсене на суровини за добив на електроенергия [1, 4, 21]. Различните участъци имат отличаващо се процентно съдържание на уран в суровината. В зависимост от това себестойността на суровината има различна стойност, а от там и цената на получения уран се различава в пъти. Начинът на добиване на суровината също оказва влияние върху цената и през последните десетилетия се използват по-прогресивни технологии, за сметка на трудоемкия и замърсяващ околната среда класически метод [3,12,22].

Country	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Kazakhstan	8521	14,020	17,803	19,451	21,317	22,451	23,127	23,800	24,575	23,391
Canada	9000	10,173	9783	9145	8999	9331	9134	13,325	14,039	13,116
Australia	8430	7982	5900	5983	6991	6350	5001	5654	6315	5882

Country	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Niger	3032	3243	4198	4351	4667	4518	4057	4116	3479	3449
Namibia	4366	4626	4496	3258	4495	4323	3255	2993	3654	4224
Russia	3521	3564	3562	2993	2872	3135	2990	3055	3004	2917
Uzbekistan (est)	2338	2429	2400	2500	2400	2400	2400	2385	2404	2404
China (est)	769	750	827	885	1500	1500	1500	1616	1616	1885
USA	1430	1453	1660	1537	1596	1792	1919	1256	1125	940
Ukraine (est)	800	840	850	890	960	922	926	1200	1005	550
South Africa	655	563	583	582	465	531	573	393	490	308
India (est)	271	290	400	400	385	385	385	385	385	421
Czech Republic	263	258	254	229	228	215	193	155	138	0
Romania (est)	77	75	77	77	90	77	77	77	50	0
Pakistan (est)	45	50	45	45	45	45	45	45	45	45
Brazil (est)	330	345	148	265	326	192	55	40	44	0
France	5	8	7	6	3	5	3	2	0	0
Germany	0	0	8	51	50	27	33	0	0	0
Malawi		104	670	846	1101	1132	369	0	0	0
Total world	43,853	50,773	53,671	53,494	58,490	59,331	56,042	60,497	62,368	59,531
tonnes U ₃ O ₈	51,702	59,875	63,295	63,084	68,976	69,969	66,089	71,343	73,548	70,201
% of world demand*	68%	78%	78%	85%	86%	92%	85%	90%	98%	92%

Таблица 1. Световно производство на уран [21]

В момента над две трети от световното производство на уран от мини е от Казахстан, Канада и Австралия. Казахстан има най-голям дял на добив на уран от мини (39% от световните доставки през 2018 г.), следван от Канада (22%) и Австралия (10%).

Методите за добив се променят. През 1990 г. 55% от световното производство идва от подземни рудници, но това рязко се е свило до 1999 г. с 33% след това. От 2000 г. новите канадски мини отново я увеличиха. Инженерното извличане на място (ISL или ISR) непрекъснато увеличава своя дял от общата сума, главно поради Казахстан, а през 2017 г.

представлява половината от производството [11,17]. Все по-голямо количество уран, сега 50%, се получава чрез излугване in situ.

Method	tonnes U	%
In situ leach (ISL)	29,492	50%
Underground & open pit (except Olympic Dam)*	27,350	46%
By-product*	2689	4%

Таблица 2. Методи за добив на уран

Конвенционалните мини имат мелница, където рудата се раздробява, смела и след това се излугва със сярна киселина, за да се разтворят урановите оксиди. В мелницата на конвенционална мина, или в пречиствателната станция за ISL работа, уранът се отделя чрез йонен обмен преди да бъде изсушен и опакован, обикновено като U_3O_8 . Някои мелници и ISL операции (особено в САЩ) използват карбонатно излугване вместо сярна киселина, в зависимост от рудата. Когато уранът се извлича като страничен продукт, например мед или фосфат, процесът на третиране е вероятно да бъде по-сложен [6, 14, 20].

През 90-те години промишлеността за производство на уран бе консолидирана от поглъщания, сливания и затваряния, но това отново диверсифицира казахстанската многонационална структура на собственост. Повече от половината от производството на уранови рудници е от държавни минни компании, някои от които дават приоритет на сигурното снабдяване спрямо пазарните съображения [8, 16, 21]. През 2017 г. 10-те най-големи компании по производство са продали 86% от световното производство на уран:

Company	tonnes U	%
Kazatomprom	12,488	21
Cameco	9155	15
Orano	8031	13
Uranium One	5102	9
CNNC & CGN	3897	7
ARMZ	2917	5
Rio Tinto	2558	4
Navoi	2404	4
BHP Billiton	2381	4
Energy Asia	2218	4
General Atomics/Quasar	1556	3
Sopamin	1188	2
Paladin	970	2

Company	tonnes U	%
Other	4667	7
Total	59,532	100%

Таблица 3. Най-големите уранодобивни компании в света [18]

Казахстан е важен производител на уран повече от 50 години. От 2001 до 2013 г. производството му се е увеличило от 2022 до около 22 550 тона U годишно, което прави Казахстан - водещият производител на уран в света. Капацитетът е около 25 000 tU/година, но през октомври 2011 г. Kazatomprom обяви ограничение на производството от 20 000 tU/година, което очевидно не беше взето предвид през последното десетилетие. От неговите 17 работещи мини, пет са изцяло собственост на Kazatomprom и 12 са съвместни предприятия с чуждестранни акционери и някои от тях произвеждат с номинален капацитет на натоварване. През 2016 г. 12 986 tU се дължи на самия Kazatomprom - 21% от световното производство, изпреварвайки канадската Cameco, следван от Areva и ARMZ-Uranium One [5, 10, 18].

Общото производство на страната през 2016 г. е 24 575 tU, а през 2017 г. е 23 600 tU. През януари 2017 г. Казатомпром заяви, че производството ще бъде намалено с около 10%, поради ниските цени; през декември 2017 г. Kazatomprom обяви, че намалението ще бъде с 20% спрямо нивата от 2017 г., приети за период от три години. Обявените съкращения възлизат на продукт с отлагане от 11 000 тона естествен уран [19]. През май 2018 г. енергийният министър на страната обяви, че целта на производството за 2018 г. е определена на 21 600 tU.

Канада беше най-големият производител на уран в света в продължение на много години, като представляваше около 22% от световната продукция, но през 2009 г. беше изпреварена от Казахстан и в момента той е световен лидер в добива на тази ценна суровина.

Канада е страна, богата на уранови ресурси и с дълга история на проучване, добив и преработка на уран за добиване на ядрена енергия. До 2014 г. в Канада е добит повече уран от която и да е друга държава - 485 000 tU, около една пета от общото производство в света [9, 18, 21].

В Канада урановите руди за пръв път попаднаха в общественото внимание в началото на 30-те години, когато златодобивната компания Eldorado започна да работи в Порт Радий, Северозападните територии, за производство на радий. На следващата година в Порт Хоуп, Онтарио, на около 5000 километра, е построена предприятие за производство на радий.

Проучванията за уран започват сериозно през 1942 г. в отговор на търсенето му за военни цели. Стратегическият характер на такъв материал доведе до забрана за търсене и добив на всички радиоактивни материали в

цяла Канада. През 1944 г. федералното правителство поема компанията Eldorado и създава нова корпорация Crown, която по-късно става Eldorado Nuclear Ltd. Проучването на уран е ограничено до съвместните усилия на Eldorado и Геоложката служба на Канада [13, 17, 22].

Mine	Country	Main owner	Type	Production (tonnes U)	% of world
Cigar Lake	Canada	Cameco (50%)	underground	6924	12
McArthur River	Canada	Cameco (69.8%)	underground	6193	10
Tortkuduk & Myunkum	Kazakhstan	Katco JV/Areva	ISL	3519	6
Olympic Dam	Australia	BHP Billiton	by-product/ underground	2381	4
Budenovskoye 2	Kazakhstan	Karatau JV/Kazatomprom- Uranium One	ISL	2352	4
Inkai	Kazakhstan	Inkai JV/Cameco	ISL	2116	4
SOMAIR	Niger	Areva (63.6%)	open pit	2116	4
South Inkai	Kazakhstan	Betpak Dala JV/Uranium One	ISL	1982	3
Ranger	Australia	Rio Tinto (68%)	open pit	1945	3
Budenovskoye 1, 3 & 4	Kazakhstan	Akbastau JV/Kazatomprom- Uranium One	ISL	1931	3
Top 10 total				31,458	53%

Таблица 4. Най-големите работещи мини в света

Следвоенното проучване на уран набира скорост, когато военната забрана за частни проучвания е отменена през 1947 г. Залежите около района Банкрофт, Онтарио, са открити в началото на 50-те години на миналия век, а първото откритие в района на езерото Елиът в Онтарио е през 1953 г. Северният уран на Саскачеван провинция също е открита през 50-те години на миналия век и Eldorado Nuclear започва да добива в Beaverlodge през 1953 г.

Към 1956 г. са открити хиляди радиоактивни находища. Няколко се оказаха жизнеспособни находища, а до 1959 г. 23 мини с 19 пречиствателни станции бяха в експлоатация в пет области. От тези 19, около 11 в района на езерото Елиът, включително най-големите заводи, които се управляват от мини „Рио Алгом“ и „Денисън“. Три други заводи бяха разположени в близост до Bancroft, три в северната част на Саскачеван и две в северозападните територии [7, 19].

Тази първа фаза от производството на канадски уран достига своя връх през 1959 г., когато са произведени над 12 000 тона уран. Уранът донесе 330 милиона канадски долара приходи от износ, повече отколкото за всеки друг износ на минерали от Канада през тази година. Този период обаче бележи края на разходите плюс производство за износ и през следващите няколко години броят на мините намаля до четири [2, 16, 20]. Производството на уран в района на Bancroft и в Beaverlodge спира през 1982 г. и последната от трудоемките мини с ниско ниво на езерото Elliot е затворена през 1996 г.

През 60-те години федералното правителство подкрепя местната уранова индустрия, като инициира програма за складиране и запасяване, която приключва през 1974 г., след като са закупени около 7000 тона уран на цена от 100 милиона канадски долара. Проучването на уран беше съживено от очакванията за растеж на ядрената енергетика и в резултат на това бяха открити няколко нови находища на уран в басейна на Атабаска в северната част на Саскачеван, започвайки в края на 60-те години.

Конвенционалните мини имат мелница, където рудата се смила, смила и след това се излугва със сярна киселина, за да се разтворят урановите оксиди. В мелницата на конвенционална мина или пречиствателната станция на ISL операция, уранът след това се отделя чрез йонообмен, преди да се изсуши и опакова, обикновено като U_3O_8 . Някои мелници и ISL операции използват карбонатно излугване вместо сярна киселина, в зависимост от рудното тяло. Когато уранът се оползотворява като страничен продукт, например от мед или фосфат, процесът на обработка вероятно ще бъде по-сложен [6, 15, 21].

Австралийският уран се добива от 1954 г. и в момента там работят три големи мини. Планира се откриването още.

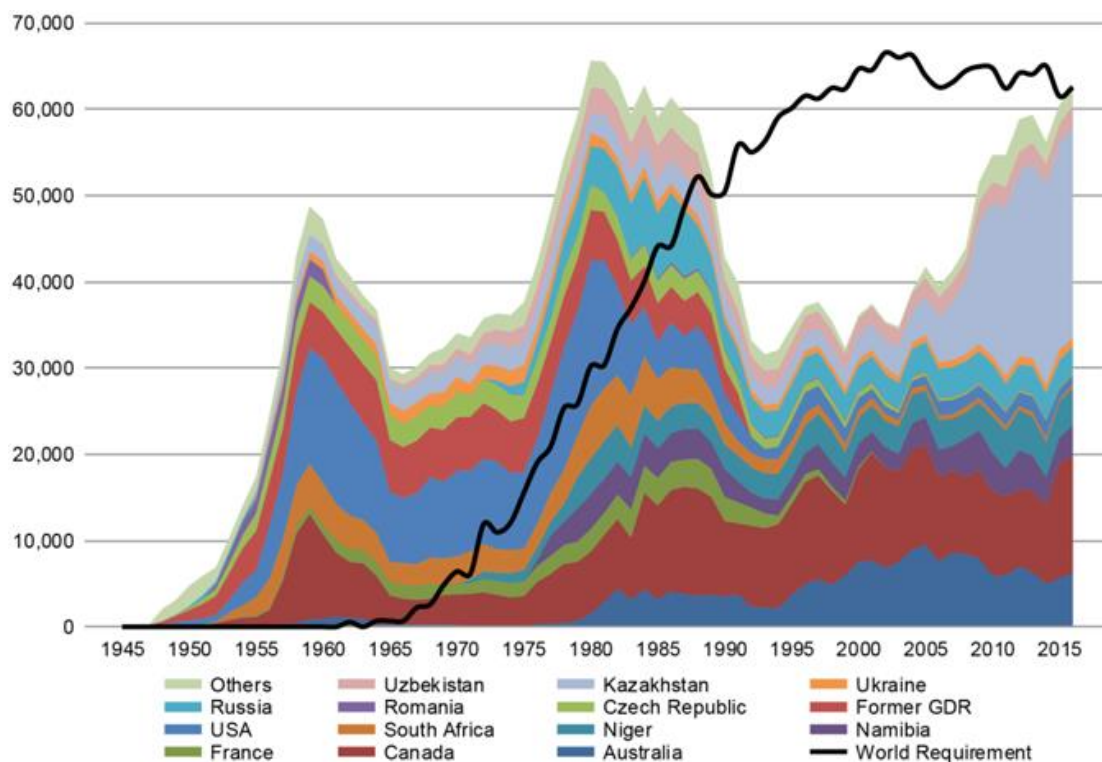
Известните запаси от уран в Австралия са най-големите в света - почти една трета от целия свят.

През 2017 г. Австралия е произвела 6937 тона U_3O_8 (5882 tU). Това е третият производител в света, зад Казахстан и Канада. Цялата продукция се изнася, защото Австралия не използва ядрена енергия. Но голямата зависимост от въглищата и евентуалните ограничения на въглеродните емисии при производството на електроенергия може да доведат до развитието на ядрената енергетика.

Австралийската икономика е уникална, тъй като около 20% от БВП през този век се формира от минното дело и минните услуги. Уранът е малка част от това, но в енергийно отношение уранът (4200 PJ през 2015-16 г.) представлява около една четвърт от енергийния износ на Австралия.

През 30-те години на миналия век се добиват руди в Radium Hill и Mount Painter за добиване на радий за медицински цели. В резултат на това са били произведени и няколкостотин килограма уран.

Урановите руди като такива се добиват и обработват в Австралия първоначално от 1950-те до 1971 г. Radium Hill, SA, Rum Jungle, NT, Mary Kathleen и Queensland са най-големите производители на уран (като жълт кекс). Производството се прекратява или при изчерпване на рудните запаси, или при изпълнение на договори. Продажбите трябваше да доставят материали, предназначени предимно за оръжейните програми в САЩ и Великобритания по това време. Голяма част от него обаче се е използвало за производство на електроенергия.



Фиг. 1 Производство на уран в света

Развитието на гражданската ядрена енергия стимулира втора вълна на проучвателна дейност в края на 60-те години [4, 18]. Общо около 60 находища на уран са идентифицирани от 50-те до края на 70-те години, много от големите компании с голям бюджет. Оттогава са открити само две значими нови: Kintyre и Beverley Four Mile. Малкият бум на проучванията 2002-07 г. е бил задвижван от малки компании, фокусирани върху доказването на известни находища.

Мери Катлийн пуска отново в експлоатация своята мина и мелница през 1974 г. Други разработки бяха отложени в очакване на констатациите от проучването на околната среда на Ranger Uranium и нейното решение в светлината на тези проучвания. Втората производствена фаза на Мери Катлийн е от 1976 г. до края на 1982 г.

Изводи:

1. Казахстан произвежда най-голямо количество уранова руда в целия свят (39% от световните доставки през 2017 г.), следван от Канада (22%) и Австралия (10%).;

2. През 2017 г. 10-те най-големи компании за добив и производство са добили и реализирали 86% от световното производство на уран;

3. Основните източници на добив на уран през 2017 г. са: Канада 29%, Русия, 15%, Нигер 15%, Австралия 15% и Казахстан 14%. Средната цена за 2017 г. за доставки по дългосрочни договори е била 80,55 евро / kgU, със 7% по-ниска от тази през 2016 г. През 2017 г. обогатяването е предоставено от: ЕС (Areva и Urenco), 7,69 милиона SWU; Русия (Tenex), 2,52 милиона ЮЗУ; и други, 0,65 милиона ЮЗУ.

Ползвана литература:

1. Върбанова, Б. Финансови и икономически аспекти на образованието в България. Издателство „Фабер“, 2020, с. 126, ISBN 978-619-00-1197-2;

2. Димитров Б. К., Транспортиране на радиоактивни материали съгласно европейската спогодба за превоз на опасни товари по шосе, Сборник доклади от Научна конференция „Актуални проблеми на сигурността“, том 5, Издателски комплекс на НБУ „Васил Левски“, 2020, с. 116-128, ISSN 2367-7475;

3. Долчинков Н. Т., Озерова Н. В., Проблемы реабилитации загрязненных территорий урановых месторождений горнорудной промышленности республики Болгарии, Сборник материалов семинара: Геоэкологические проблемы техногенного этапа истории земли, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, ISBN 978-5-7264-2033-2, Москва Издательство МИСИ – МГСУ 2019, стр. 67-71;

4. Николов Н. Х., Устойчиви органични замърсители, Сборник доклади от Научна конференция „Актуални проблеми на сигурността“, том 5, Издателски комплекс на НБУ „Васил Левски“, 2020, с. 18-24, ISSN 2367-7475;

5. Павлов М., М. Харалампиев, Върху натрупването и преноса на радионуклидите в екосистемите, Научна конференция „Радиационната безопасност в съвременния свят“, НБУ „В. Левски“- гр. В. Търново – 22 ноември 2019 г ISBN 2603-4689, стр. 76-83;

6. Пъдарев Н. И. Планиране управлението на отпадъци съдържащи ЯХБ агенти, Годишник на НБУ „Васил Левски“, Издателски комплекс на НБУ „Васил Левски“, 2019, с. 88-101, ISSN 1312-6148;

8. Маринченко А. В. Безопасность жизнедеятельности, Дашков и Ко, Москва, 2015 г;

7. Харалампиев М., Последствия от радиоактивното заразяване при ядрена война, Сборник доклади от научна конференция „Радиационна безопасност в съвременния свят“ НВУ „Васил Левски“, Велико Търново, 2016, с.95, ISBN 978-954-753-243-4;

9. Щерев Й., Биологично въздействие на радиационните лъчения, Сборник доклади от научна „Радиационна безопасност в съвременния свят“ 2016, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски“, 2016, стр.13, 60-72, ISBN: 978-954-753-243-4;

10. Dolchinkov N. T., World uranium mining production, International journal for science Machines, Technologies, Materials,, ISSN 1313-0226, 3/2019;

11. Dolchinkov N. T., Paramonova T. A, Historical evaluation, review and analysis of the development of uranium mining in the republic of Bulgaria, International journal „Knowledge“, Skopie ISSN 2545-4439 Vol 30.3 стр. 547-554;

12. Padarev, N.I., Analysis of the Relation Between Climate Changes and Security Area, International Conference Knowledge-Based Organization, Vol. XXIV. Conference proceedings 3, Applied technical Sciences and Military Technologies, Sibiu, Rom., 2018, pp 169-173;

13. Trifonov T., T. Georgieva-Trifonova, Ivanov I. S., Signal processing and storing of high dynamic range acoustic data for knowledge discovery, Proc. of 14th International Conference on Communications, Electromagnetics and Medical Applications CEMA'19, Sofia, Bulgaria, October 17th-19th, 2019, pp. 58-62, ISSN: 1314-2100;

14. Varbanova B., Security and economy, Knowledge International Journal, 41(5), 915 - 922. Retrieved from, <https://ikm.mk/ojs/index.php/KIJ/article/view/4358>, ISSN 2367-7465;

15. Josephson, Paul R, 1999, Red Atom - Russia's nuclear power program from Stalin to today;

16. Minatom 2000, Strategy of Nuclear Power Development in Russia;

17. O. Saraev, paper at WNA mid-term meeting in Moscow, May 2003;

18. Rosenergoatom Bulletin 2002, esp. M.Rogov paper;

19. Perera, Judith 2003, Nuclear Power in the Former USSR, McCloskey, UK;

20. https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/magazines/bulletin/bull59-2/5921213_ru.pdf

21. <https://www.world-nuclear.org/getmedia/3418bf4a-5891-4ba1-b6c2-d83d8907264d/performance-report-2020-v1.pdf.aspx>

22. https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/reports/2018/gc63-5_rus.pdf

Адрес за кореспонденция:

Гл. ас. д-р инж. Николай Тодоров Долчинков: катедра „ЗНИ“, НВУ „Васил Левски“, Велико Търново, България; катедра „Инженерна екология и охрана на труда“, НИИ МЕИ, Москва, Русия, E-mail: n_dolchinkov@abv.bg тел. +359884730833;

Олег А. Локтионов; катедра „Инженерна екология и охрана на труда“, НИИ МЕИ, Москва, Русия, E-mail: loktionovoa@yandex.ru

ВЪЗМОЖНО ЛИ Е ОБЕКТИВНО СРАВНЕНИЕ НА АВАРИИТЕ МЕЖДУ ЧЕРНОБИЛ И ФУКУШИМА ДАИЧИ

Михаел Павлов, Михаил Харалампиев

IS AN OBJECTIVE COMPARISON OF THE ACCIDENTS BETWEEN CHERNOBYL AND FUKUSHIMA DAICHI POSSIBLE

Mihael Pavlov, Mihail Haralampiev

Abstract: *It is known that at 14:46 on March 11, 2011 in Japan there was a strong earthquake of 9 magnitude, followed by a tsunami and an accident in four reactors of the plant. With a long delay after the accident, Japan stated that the accident at the Fukushima I nuclear power plant was a radiation accident of the seventh, highest degree on the international scale for nuclear events. Why was this necessary !? Many scientists and researchers question why this was done?*

Известно е, че в 14:46 на 11 март 2011 в Япония имаше силно земетресение от 9 бала, последвано от цунами и аврия в четири реактора на централата.

С голямо закъснение след аварията Япония заявява, че аварията в АЕЦ Фукушима I е радиационна авария от седма, най-високата степен по международната скала за ядрените събития. Защо е било необходимо това!? Редица учени и изследователи поставят въпрос защо е постъпено така?

Безспорно е, че това е най-сериозният ядрен инцидент след Чернобилската авария от 26 април 1986 г [2]. Електроцентралата, собственост на Токийската електрическа компания (Tokyo Electric Power Company, ТЕРСО, ТЕПКО), разполага с 6 енергоблока с кипящи реактори.

Отначало официалната версия бе, че аварията е породена от земетресението и последвалото го цунами. При засичането на труса, работещите реактори автоматично спират процеса на ядрено делене в ядрата си. Поради спирането на реакторите и други проблеми с електроснабдителната мрежа, електрозахранването към реакторите спира и аварийните дизелгенератори се задействат автоматично.



Фиг.1. Външен вид на аварията във Фукушима Даичи.

Те задвижват помпите, които циркулират охлаждаща вода през ядрата на реакторите с цел отвеждане навън топлината на ядрен разпад, който продължава дори и след спиране на ядреното делене. Земетресението поражда 14-метрово цунами, което преминава над морската дига на електроцентралата, наводнява зоните около блоковете от 1 до 4 и изкарва от строя аварийните генератори [2]. Последвалата загуба на охлаждане на реакторите води до три случая на разтапяне на активните им зони, три водородни взрива и изпускане на радиоактивно замърсяване в блокове 1, 2 и 3 между 12 и 15 март. Басейнът с отработено ядрено гориво на 4 блок повишава температурата си на 15 март, но не кипи достатъчно дълго, за да оголи горивото.

В дните след аварията, радиацията, изпусната в атмосферата, принуждава правителството на страната да обявява все по-голяма зона за евакуация около електроцентралата, която накрая достига 20-километров радиус [2]. Около 154 000 жители са евакуирани от населените места около централата, поради повишаването на околната йонизираща радиация.

Все пак Японската агенция за ядрена и индустриална безопасност обяви инцидента „временно“ за инцидент от най-високата 7-а степен по Международната скала за ядрени събития, което поставя инцидента на едно ниво с този в Чернобил през 1986 година една година по-късно.



Фиг.2. Външен вид на аварията във Фукушима Даичи.

Агенцията е изчислила, че количеството радиация, изтекло в околната среда надвишава най-малко 15 пъти нормата, необходима за поставянето на събитието в седма степен. Въпреки това, тя твърди, че това е едва 10% от количеството, освободено при инцидента в Чернобил. [7, 24]

Доказано е, че голямо количество вода, замърсена с радиоактивни изотопи, се изпуска в Тихия океан по време на и след бедствието [23]. Оценено е, че около 18 000 терабекерела радиоактивен цезий-137 са изпуснати в океана по време на аварията, а към 2013 г. около 30 гигабекерела цезий-137 все още се носят из водите[15]. Впоследствие са построени нови стени по брега, които да спрат потока от замърсена вода към океана.[9]

Таблица 1. Сравнителна таблица на аварийните централи.

Място	СССР https://en.wikipedia.org/wiki/Soviet_Union (Украинска ССР)	Япония
Дата на аварията	26, Април, 1986	11, Март, 2011
Ядрените аварии по международната скала INES International nuclear events scale	7	7
Година на пускане в експлоатация	1977	1971
Години на работа преди аварията	9 години (централата) • 2 години (реактор № 4) https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_the_Chernobyl	40 години (централата) • 40 години (реактор 1) • 37 години (реактор 2) • 35 години (реактор 3)

	<u>and Fukushima nuclear accidents - cite note-1</u>	• 33 години (реактор 4)
Електрическа мощност	централата (общо): 3700 MW (4 реактора) реактори (един): 925 MW (реактори 1–4)	Централата (общо): 4546 MW (6 реактора) реактори (по един): 439 MW (Реактор 1), 760 MW (реактори 2–5), 1067 MW (реактор 6)
Тип реактор	<u>RBMK</u> -1000 реактор с голяма мощност, канален, графитово модерниран.	<u>BWR-3</u> and <u>BWR-4</u> реактори с кипяща вода
Брой на реакторите	4 в централата; 1 претърпял авария	6 в централата; 4 (и складирано отработено гориво) претърпяват авария; един от четирите реактора по време на аварията не е бил зареден с гориво.
Количество на ядреното гориво в авариралите реактори	1 реактор - 210 тона (обработеното гориво не е претърпяло авария)	4 реактора - 854 тона (81 тона в 1 реактор, 111 тона във 2 реактор, 111 тона в 3 реактор, 0 тона 4 реактор (не зареден), 59 тона в 1 реактор отработено ядрено гориво (SFP, spent fuel pool), 119 тона във 2 реактор отработено ядрено гориво (SFP spent fuel pool), 104 тона в реактор 3 отработено ядрено гориво (SFP spent fuel pool) и 269 тона в реактор 4 SFP)
Причина за аварията	Приблизителната причина е човешка грешка и нарушение на процедурите. Небезопасният дизайн на реактора причинява нестабилност при ниска мощност поради положителния коефициент на кухина и образуването на пара. Когато в 1:00 сутринта при ниска мощност беше проведено неправилно изпитване, реакторът стана незабавно критичен. Това беше последвано от парна	Реакторите в централата са проектирани с оглед на голямо цунами. Силно земетресение и цунами предизвикаха разрушаването на електропроводи и резервни генератори. След като централите бяха без външно захранване и генераторите бяха наводнени, настъпи катастрофална авария от отделената топлина, водеща до големи щети на

	експлозия, която разхерметизира реактора, бушуващ пожар и топене на сърцевината. Пожарът е продължил от дни до седмици и има противоречия дали става въпрос за изгаряне на гориво, затопляне на ядрен разпад или дали е замесен графитният модератор, съставил по-голямата част от сърцевината.	реакторите, включително сригове в системите за задържане на отделените радиоактивни вещества и ядрено гориво.
Максимални нива на откритата радиация	300 Sv/h (приблизително 30,000 R/h) кратко след експлозията в близост до ядрото на реактора. 1Rhttps://en.wikipedia.org/wiki/Sievert = 0.0098 Sv	530 Sv/h (приблизително 53,000 R/h) вътре в реактор 2 през 2017 съгласно Japan Times.
Изпусната радиоактивност	Съгласно IAEA общата радиоактивност е 14 EBq (14,000 PBq). 5.2 EBq (5,200 PBq) по йод -131 еквивалент.	Към 2014 г. експертна оценка на общата сума е 340–780 PBq, като 80% попадат в Тихия океан. Радиацията продължава да се изпуска в Тихия океан чрез подпочвените води.
Заразени зони	Според ООН е замърсена зона на разстояние до 500 километра (310 мили).	Нива на радиация, надвишаващи годишните граници, наблюдавани на над 60 километра (37 мили) на северозапад и на 40 километра (25 мили) на юго-югозапад, според служители.,
Зона на изключване	30 km	20 км (30 км доброволно), простиращи се на северозапад до 45 км в посока на вятъра до Иитате, Фукушима.
Преместено население	335 000 (Около 115 000 от районите около реактора през 1986 г.; около 220 000 души от Беларус, Руската федерация и Украйна след 1986 г.)	154,000
Завърнало се население	Няма	122,000

		https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_the_Chernobyl_and_Fukushima_nuclear_accidents - cite_note-18
Жертви на аварията	28 смъртни случая от поразени 134 със синдром на остра радиация; 4 смъртни случая от производствена авария (катастрофа с хеликоптер); 15 смъртни случая от рак на щитовидната жлеза (към 2005 г.) и до 90000 смъртни случая, свързани с рак след това.	Не се посочват официално
Настоящ статут	Всички реактори бяха затворени до 2000 г. Повреденият реактор беше покрит от набързо изградена конструкция от стомана и бетон, наречена саркофаг. През ноември 2016 г. беше инсталирана нова конструкция за безопасно затваряне, от която централата бе почистена и изведена от експлоатация.	Студеното спиране е обявено на 16 декември 2011 г., но извеждането от експлоатация вероятно ще отнеме 30 до 40 години. Всички горивни пръти в басейна на реактор 4 са отстранени. Ликвидирането на аварията във Фукушима продължава.

Таблица 2. Изхвърляне на радиоактивни вещества Йод-131 и Цезий-137

Дата и година на публикуване	Място	Период	Йод-131 (ТВq)		Цезий-137 (ТВq)	
			от	до	от	до
2002	Чернобил	26 Април – Юни 1986	1,600,000	1,940,000	59,000	111,000
22 Март 2011	Фукушима	12 – 15 Март 2011	400,000		3,000	30,000
2 Април 2011	Фукушима	12 – 19 март 2011	10,000	700,001	1,000	70,000
12 Април 2011	Фукушима	11 Март – 5 Април	150,000		12,000	
12 Април 2011	Фукушима	11 – 17 Март 2011	130,000		6,100	
7 Юни 2011	Фукушима	11 – 17 Март 2011	160,000		15,000	

24 Август 2011	Фукушима	11 Март – 5 Април	130,000		11,000	
15 Септ. 2011	Фукушима	Март – Септември	100,000	200,000	10,000	20,000

Таблица 3. *Общо изхвърляне на радиоактивни вещества*

Дата и година на публикуване	Място	Период	Общо Количество РВ (ТВq)
12 Април 2011	Чернобил	26 Април – Юни 1986	5,200,000
12 Април, 2011	Фукушима	11 Март – 5 Април 2011	630,000
12 Април 2011	Фукушима	11 – 17 Март 2011	370,000
Април 2011	Фукушима	4 Април 2011	154
25 Април 2011	Фукушима	24 Април 2011	24
6–7 Юни 2011	Фукушима	11 – 17 Март 2011	770,000
7 Юни 2011	Фукушима	11 – 17 Март 2011	840,000
17 Август 2011	Фукушима	3–16 Август 2011	0.07
23 Август 2011	Фукушима	12 Март - 5 Април 2011	630,000

Таблица 4. *Изхвърляне на радиоактивни вещества в океана*

Дата и година на публикуване	Период	В морето (ТВq)	
		директно	индиректно
21 Май 2011	1 – 6 Април 2011	4,700	
Краят на Август 2011	Март – Август 2011	3,500	16,000
8 Септември 2011	Март – Април 2011	15,000	
29 October 2011	21 March – 15 July 2011	27,100	

Най-интересното е, че нито СЗО, ООН, международната агенция за атомна енергия (МААЕ), а така също Грийнпийс, в цялата тази ситуация не реагират за постоянното изтичане в океана на силно радиоактивни вещества.

Не е ли странна политиката им, че следи от цезий, стронций и други опасни радиоактивни елементи от Фукушима от време на време се намират

в морето край бреговете на дори на Германия и Швеция, да не споменаваме „китайски или далечен изток”.

Но световната общност като чели снизходително гледа на японците, бавно разкривайки фактите на това, което е останало от атомната електроцентрала, което в продължение на толкова години активно замърсява околната среда.

Странно е, че ключовия съюзник на САЩ в Тихия океан не спомага за разкритията на истината за тази авария [20].

Ако се проследят указанията за действията на персонала на атомната електроцентрала „Фукушима-1” при извънредни ситуации, които са получени в Япония от Уол Стрийт Джърнъл, обясняват причините за бавния отговор на властите и управлението на ТЕРСО (управлението на атомната електроцентрала на компанията) в ранните етапи на аварията.

Доказва се, че операторът всъщност не е имал план за предотвратяване на разрушаването на инфраструктурата на атомната електроцентрала в случай на най-лошия сценарий. В плана за предупреждение за аварии не са включени националните служби за спешна помощ и силите за самоотбрана.

Основното средство за уведомяване на властите [22], включително министъра на ядрената енергия и губернатора на Префектурата, беше факс в извънредна ситуация. Съобщението е било изпратено „в рамките на 15 минути”, а само в някои случаи на персонала на станцията е позволено да се обади на телефона, за да потвърди факса. Нямало план за предотвратяване на разрушаването на атомната електроцентрала в случай на мащабно природно бедствие.

Отбелязва се, че правителството не е обявило мобилизирането на няколко хиляди души, за да се елиминира инцидента. Само няколкостотин души работят - 50 за четири часа. Това очевидно не е достатъчно, особено като се има предвид замяната на тези, които са получили пределната доза, както и необходимостта от натрупания опит и извлечената информация в динамичната среда.

Дори използването на военни хеликоптери, чиито екипажи по дефиниция са призовани да спечелят или умрат в случай на бедствие на национално равнище не се включват навреме поради дълго разискване между администрацията и армията [21].

Оказва се, че в първите 24 часа след земетресението и цунамито, както вече е ясно, не е имало незабавни и решителни действия за осигуряване на вода за охлаждане, дори с помощта на автономни преносими помпи и пожарникари. Това е въпреки факта, че мобилни военни генератори или корабни електроцентрали могат да бъдат разположени в близост до морето.

Всичко това довежда до факта, че председателят на Борда на директорите на оператора на станция ТЕРСО Tsunehihisa Katsumata след три седмици признава неизбежните и очевидни последици: Първите четири реактора на аварията атомна централа не са възстановими, а ситуацията в тях ще остане „нестабилна” в близко бъдеще. Той добави, че четирите реактора все още не са били под контрол, но експертите „полагат всички усилия да ги охладят”. И въпросът защо с такова голямо закъснение от аварията се обявява, че аварията е от седма степен и че е сравнима с тази на Чернобил.

Изводи:

1. С голямо закъснение официалните власти съобщават, че аварията в АЕЦ Фукушима Даичи е радиационна авария от седма, най-високата степен по международната скала за ядрените събития. Основателно независими експерти подозират, че се крие истинската степен на аварията и поставят въпрос, защо е било необходимо това!?

2. Отначало официалната версия бе, че аварията е породена от земетресението и последвалото го цунами. Доказва се, че още при труса, работещите реактори, които са длъжни автоматично да спрат процеса на ядрено делене в топлинните елементи са аварирали, а не след наводняването и спирането на охлаждането им. Това е и причината за редица грешни решения, като това, което е свързано с лъжлив сигнал за нормална работа на реактора.

3. Оказва се, че в първите 24 часа след земетресението и цунамито, както вече е ясно, не е имало незабавни и решителни действия за осигуряване на вода за охлаждане, дори с помощта на автономни преносими помпи и пожарникари. Това е въпреки факта, че мобилни военни генератори или корабни електроцентрали могат да бъдат разположени в близост до морето.

4. Доказва се, че операторът всъщност не е имал план за предотвратяване на разрушаването на инфраструктурата на атомната електроцентрала в случай на най-лошия сценарий. В плана за предупреждение за аварии не са включени националните служби за спешна помощ и силите за самоотбрана.

Използвана литература:

1. PRIS - Reactor Details”. www.iaea.org. Retrieved 2016-07-14.
2. Chernobyl Accident And Its Consequences - Nuclear Energy Institute”. www.nei.org. Nuclear Energy Institute. Retrieved 9 April 2017. - note that figures were converted into US ton
3. Fukushima: Background on Reactors (Technical report). February 2012. Retrieved 4 September 2014.

4. International Atomic Energy Agency (IAEA) (August 2015). „The Fukushima Daiichi Accident: Technical Volume 2/5 - Safety Assessment” (PDF). International Atomic Energy Agency (IAEA). p. 74. Retrieved 1 May 2017.

5. International Atomic Energy Agency (IAEA) (August 2015). „The Fukushima Daiichi Accident: Technical Volume 1/5 - Description and Context of the Accident” (PDF). International Atomic Energy Agency (IAEA). p. 66. Retrieved 1 May 2017.

6. Medvedev (June 1989). „JPRS Report: Soviet Union Economic Affairs Chernobyl Notebook” (Republished by the Foreign Broadcast Information Service ed.). Novy Mir. Archived from the original on 2011-03-24. Retrieved 27 March 2011.

7. Fukushima radiation level highest since March 11”. The Japan Times Online. 2017-02-03.

8. Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-Economic Impacts and Recommendations to the Governments of Belarus, the Russian Federation and Ukraine. The Chernobyl Forum: 2003–2005 Second revised version” (PDF). IAEA. April 1, 2006. Retrieved Apr 25, 2019.

9. Three Mile Island, Chernobyl, and Fukushima, A comparison of three nuclear reactor calamities reveals some key differences”. IEEE. Nov 1, 2011. doi:10.1109/MSPEC.2011.6056644.

10. ”Chernobyl Accident 1986”. World Nuclear Association. Jun 1, 2013. Retrieved Apr 25, 2019.

11. Steinhauser, Georg; Brandl, Alexander; Johnson, Thomas E. (2014). „Comparison of the Chernobyl and Fukushima nuclear accidents: A review of the environmental impacts”. *Science of the Total Environment*. 470-471: 800–817. Bibcode:2014ScTE.470..800S. doi:10.1016/j.scitotenv.2013.10.029. PMID 24189103.

12. ”ANNEX J. Exposures and effects of the Chernobyl accident” (PDF). United Nations UNSCEAR. 2000. Retrieved 2019-06-27.

13. ”Figure XI. Surface ground deposition of caesium-137 released in Europe after the Chernobyl accident [D13]” (PDF). United Nation UNSCEAR Report. 2000.

14. ”Figure VI. Surface ground deposition of caesium-137 released in the Chernobyl accident [I1, L3]” (PDF). United Nation UNSCEAR Report. 2000.

15. ”Fukushima: Radiation Exposure”. World Nuclear Association. February 2016. Retrieved 4 February 2017.

16. ”Reconstruction Agency”. www.reconstruction.go.jp. Retrieved 2016-05-25.

17. ”Fukushima Residents Return Despite Radiation”. www.scientificamerican.com. Retrieved 2019-10-06.

18. Health effects due to radiation from the Chernobyl accident (Annex D of the 2008 UNSCEAR Report) (PDF) (Technical report). UNSCEAR. 2011.

19. Kaushik, Kavyanjali (7 April 2011). „UPDATE 1-Toshiba proposes to scrap Fukushima nuclear plant-Nikkei”. Reuters. Retrieved 27 July 2013.

20. Justin Mccurry (10 March 2014). „Fukushima operator may have to dump contaminated water into Pacific”. The Guardian. Retrieved 10 March 2014.

21. Dolchinkov, N., B. Karaivanova-Dolchinkova, Radiation effect on human and living nature. International scientific journal: Science. Business. Society 5. 2016. стр. 59-61.

22. Dolchinkov, N., State of the population disclosure systems in the changing radiation situation in Bulgaria, 12th International Scientific and Practical conference Environment. Technology. Resources. ISBN 1691-5402, Vol 1, 20-22.06.2019 г. Резекне, Латвия, стр. 54-58.

23. Dolchinkov, N., N. Nichev, Characteristics of radiation. Revista. Sibiu. Rumania. no.2 (82). 2016, стр. 184-189.

24. Долчинков Н. Т., Действия на населението при извънредни ситуации, монография, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски“, ISBN 978-954-753-306-6, стр.186, 2000 г.

Адреси за кореспонденция:

Лейт.инж. Михаел Павлов, Курсантски батальон, НВУ „В.Левски“, +359883318444, pmichael@abv.bg

*проф. дхн инж. Михаил Харалампиев, катедра „Защита на населението и инфраструктурата“, НВУ „В.Левски“, В.Търново
mihail43@yahoo.com, tel. 0886557609*

ФУКУШИМА ДАИЧИ – СКРИТАТА ТРАГЕДИЯ

Михаил Харалампиев

FUKUSHIMA DAICHI - THE HIDDEN TRAGEDY

Mihail Haralampiev

Abstract: *Consequences of the devastating 9th magnitude earthquake at 14:46 on March 11, 2011 in Japan raises many questions about a series of explosions and fires at the Fukushima 1 nuclear power plant. This accident reminded humanity of the April 1986 accident at the Chernobyl nuclear power plant (CHERNOBYL). Despite many publications, there is a lack of information and a number of conflicting assessments of the dangers of the Fukushima incidents. Some scientists are convinced that facts and the real truth are hidden from the world community*

Последиците от опустошителното земетресение 9 степен в 14:46 на 11 март 2011 в Япония повдига много въпроси относно серията експлозии и пожари в атомната електроцентрала „Фукушима 1“. Тази авария припомни на човечеството катастрофата от април 1986 г. в Чернобилската атомна електроцентрала (CHERNOBYL) [2].

Независимо от многото публикации съществува информационен недостиг и редица противоречиви оценки за опасностите от инцидентите във Фукушима. Някои учени са убедени, че са скрити от световната общност факти и реалната истина.

Проправителствените японски експерти отначало смятат и прогнозираят, че дори и с най-негативното развитие на събитията, повторението на Чернобилския сценарий в Япония ще бъде избегнато.

И частичното разрушаване на структурите на ядрената централа Фукушима, радиоактивните емисии в атмосферата, рязкото увеличаване на радиационния фон в засегнатата от земетресението област, не са отчитани да се сравняват с последиците от катастрофата в Чернобил. Заявено е от Ричард Уейкфорд, професор в Института за ядрени изследвания в Университета в Манчестър, че „Предположението за ядрен взрив във Фукушима е неоснователно и не се основава на научни доказателства“.

Фукушима и Чернобил на първо място съчетават мащаба и значението си за електроснабдяването на държавата. По този начин Чернобилската атомна централа по време на аварията, е осигурявала около 10% от цялата електроенергия в украинската СССР. Фукушима-1 и

Фукушима-2, които са разположени на 8 км един от друг, комбинират 10 енергийни реактора и са сред 25-големите модерни атомни електроцентрали в света [23].

Енергията, генерирана в японската централа, е почти 2,5 пъти по-висока от тази в съветската централа, 9,000 MW срещу 3,800 MW. В същото време двете станции са почти на една и съща възраст. Фукушима работи от 1971 г., атомната електроцентрала в Чернобил е стартирана през 1977 г. По този начин японската атомна електроцентрала е работила 40 години, докато съветската станция преди бедствието е работила само 9 години.

Подобни характеристики на Чернобил и Фукушима, както изглежда, са доста абстрактни. Технологично, станциите имат редица фундаментални различия [1]. Така реакторът RBMK-1000 е бил използван в атомната електроцентрала в Чернобил. Одвн това той е бил разчетен и за производство за гориво за ядрени оръжия. Редица недостатъци в дизайна, съчетани с грешки на персонала, до голяма степен са причинили опустошителните последици от аварията, която се е случила на 26 април 1986 г.

Агрегатите за мощност на Фукушима са оборудвани с реактори за кипене BWR (вряща вода реактор), произведени са от General Electric. Устройства от този тип са сред най-безопасните в ядрената енергия и никога не са причинявали големи бедствия преди тази авария.

Японската атомна електроцентрала има допълнително ниво на защита в сравнение със съветската. В специалната за херметичност защитна обвивка са не само топлинните елементи (TVELs) и корпуса на реактора, но и реакторната зала [3].

В Чернобил графитни пръти са били използвани за контролирано забавяне на ядрената реакция. Във реакторите на Фукушима са използвали вода.

Прегряване и изпарение на топлоотделителните елементи (ТОЕ) в атомната електроцентрала Чернобил води до пожар в реактора. Японският дизайн, както показват събитията по-късно, също не е идеален, но нивото на заплахата от него се е считала стотици пъти по-малко от от RBMK-1000.

Причините за експлозиите в атомните електроцентрали са различни.

В Чернобил ситуацията излизат извън контрол, докато тестват допълнителна аварийна електрическа система. Персоналът на станцията не е успял да се справи със структурните недостатъци на реактора, които са били разработени по време на изпитванията [2].

В Япония, високите вълни 14 метрови вълни причинени от цунамито, което възниква от земетресението, довежда Фукушима в аварийен режим на действие. Мощните вълни прекъсват захранването на допълнителни дизелови генератори, което причинява прекъсване на водата на реактора.

Топлоотделителните елементи (TVELs), след като тяхната охладителна система е разрушена, започват да прегряват и се стопяват.

Реакторите с BWR конструкция предвиждат използването на контейнери с богата борова вода, която напълно спира ядрената реакция. Системата за спешна помощ има своя „независима“ система за електрозахранване, но нейната енергийна недостатъчност и липса на застраховка усложняват ситуацията в станцията.

Принципно, експлозията на реактора в Чернобил не е имала нищо общо с японските централи. През 1986 г. реактора експлодира по-малко от минута след като алармата прозвучала в станцията.

Във Фукушима първата експлозия се случва само един ден след пускането в аварийен режим на ядрената централа. До този момент реакторът е бил спрян и обслужващият персонал е евакуиран от опасната зона. И ако експлозията на Чернобилския реактор, според експертите се сравнява с експлозията на атомна бомба - тонове радиоактивни вещества проникнали в атмосферата, инцидентът с японските реактори довежда до хиляди пъти по-малко мащаб радиоактивно заразяване (в последствие се публикуват твърдения, че само 10% вреда в сравнение Чернобил са предизвикали авариралите японски реактори). Странно е, че в началото по скалата на МААЕ Чернобил получава 7 точки, а Фукушима 6 [4].

Токио, разбира се, има политика на скриване на истината от масите, подобно както бе направено в Чернобил отначало. Политици и експерти се опитват да не драматизират ситуацията и да не възпламеняват паника сред населението.

Има обаче разминаване с реалният факт, изявлението на премиера Наото Кан, че аварията във Фукушима Даичи е най-големият шок за страната от края на Втората световна война. Това не е ли е достатъчно, за да признае сериозността на положението на държавата? В Япония също се издават навременни евакуации на хора в радиус от 20 километра около Фукушима и предупреждения за повишени нива на радиация в отделни региони.

За сравнение: Съветските власти едва на следващия ден след инцидента започнаха да евакуират населението на близкия град Припят и два дни след аварията в атомната електроцентрала в Чернобил, когато „ядреният облак“ достигна Северна Европа, постепенно започнаха да разкриват информация за бедствието. Освен това, на 1 май, жителите на украински и беларуски градове участваха а празнични демонстрации без предупреждение за възможна опасност. Цялата информация за инцидента в Чернобил обаче е класифицирана с години [2] [5].

Възможността за нови радиоактивни емисии в атомната електроцентрала Фукушима все още не е изключена в по-следващите дни след 11 март. Както показва симулацията на най-лошия сценарий при

подобен японски реактор в Германия, корпусът на BWR може да бъде унищожен от пълното разтопяване на ТОЕ. „При прилагането на най-лошия сценарий, степените горивни пръти ще се превърнат в радиоактивна маса, която не подлежи на защитни механизми”, казва експерта по ядрената енергетика Джо Чиринсионе. В този случай при взрив, освобождаването на радиоактивни вещества може да се случи на височина до 100 м. Въпреки това, радиоактивеният облак ще бъде много по-ниска и „краткотраена” радиоактивност в сравнение със Чернобил. Разпространението на радиоактивни вещества е възможно в ограничена област. Особен риск е поглъщането на йод-131 и цезий-137 – причинители на рак. При прилагането на най-негативната версия на събитията, хората, живеещи в 5-километровата близост до атомната електроцентрала, могат да получат смъртоносна доза радиация за 5 часа [6].

Целесъобразно е да се спомене следният факт. По причини, които не са напълно разбрани, четвъртият реактор започва гори, където се съхраняват и охлаждаат отработените горивни пръти. Опасяват се, че подобна ситуация може да се повтори и на третия реактор. Принципно отработеното гориво трябва да се охлажда дълго време, в противен случай ще започне да излъчва радиоактивни частици. Съоръжението за съхранение на отпадъци не е защитено като реактор, така че при изпаряването от високата температура, има голяма вероятност за изтичане на РВ. Все пак, хранилището е много по-лесно за охлаждане, твърди по това време британският експерт по ядрена сигурност Шан Найр Тайм.

Според експерти, аварията във Фукушима напомня за катастрофата в американската атомна електроцентрала Три Айланд през 1979 г. (5 точки по скалата на МААЕ), започва прегряване на топлоизлъчващите агрегати и освобождаването на радиоактивна пара и експлозивен водород. По това време 140 000 души бяха евакуирани от „рисковата зона”, но трагичните последици бяха избегнати. Очаквало се японския сценарий да бъде по-близко до американския, отколкото съветския [7].

Интересни са твърденията на бившият заместник-директор на атомната електроцентрала в Чернобил Александър Коваленко. Той изразява в интервю мнение на основание опита, който има от Чернобил.

Минало почти месец. Времева рамка е достатъчна, за да се сравнят действията на специалистите след инцидента в Чернобил и тези, които работят за премахване на аварията Във Фукушима-1[8].

Според Александър Коваленко основната разлика между Фукушима и Чернобил е, че японските власти и атомисти игнорират не само информационните, но и организационните - технически уроци от Чернобил. Според него те са ненужно бавни и очевидно неспособни да вземат решения в реално време. Той е сигурен съм, че цялата територия в радиус от поне 30 км от атомната електроцентрала „Фукушима”-1 за дълго

време и може би завинаги ще бъде неподходяща за живот и икономическа дейност. В допълнение, ситуацията може да се влоши от проблеми с охлаждането на 4-ти, 5-ти, 6-ти реактори. Станцията ще трябва да бъде затворена, територията е дълга и досадно деактивирана, носейки огромни материални и човешки разходи. Плюс това, увреждането на здравето на много поколения ликвидатори и жители на този регион - както от инфекция, така и от стрес, последиците от които при атомни аварии причиняват вреда често повече от самата радиация. [9]

Александър Коваленко разкрива една тайна. Ситуация, подобна на тази в Япония, възникна в Съветския съюз, когато земетресение с магнитуд от около степен 8, на 7 декември 1988 г., в 11:41 часа. По време на бедствието почти всички местни служители напускат арменската атомна електроцентрала. Поради липсата на персонал по експлоатацията и ремонта, имало опасност от прегряване на реактора. За да се предотврати инцидента, незабавно прехвърлят персонал от други атомни електроцентрали, към арменската атомна електроцентрала.

Специалистите, които пристигат в рамките на няколко часа, възстановяват водоснабдяването, за да охладят активната зона, включително с помощта на пожарни двигатели. За кратко време ситуацията се стабилизира и катастрофата, подобна на японската Фукушима, е била избегната[10].

В Япония, според публикувани официални доклади, след природното бедствие, служителите на централата са евакуирани от аварийните енергийни блокове. Това решение е взето поради увеличаването на риска вътре в атомната електроцентрала и увеличаването на нивата на радиация. Това означава, че персоналят на станцията наблюдавал предстоящото бедствие от безопасно разстояние!!!

Работата за възстановяване на електрозахранването с помощта на мобилни електроцентрали започна на първия и втория блок на 14 март, когато катастрофата вече се превърнала в бедствие! Това означава, че японската атомна електроцентрала няма план за спешни случаи.

Оказва се, че Указания за действията на персонала на атомната електроцентрала „Фукушима-1” при извънредни ситуации, са получени от Уол Стрийт Джърнъл. Тези указания обясняват причините за бавния отговор на властите и управлението на ТЕРСО (управителя на атомната електроцентрала във Фукушима Даичи) в ранните етапи на аварията [11].

Операторът всъщност не е имал план за предотвратяване на разрушаването на инфраструктурата на атомната електроцентрала в случай на най-лошия сценарий.

В плана за предупреждение за аварии не са включени националните служби за спешна помощ и силите за самоотбрана. Основното средство за уведомяване на властите, включително министъра на ядрената енергия и

губернатора на Префектурата, беше факс в извънредна ситуация. Съобщението е било изпратено „в рамките на 15 минути”, а само в някои случаи на персонала на станцията е позволено да се обади на телефона, за да потвърди факса. Нямаше план за предотвратяване на разрушаването на атомната електроцентрала в случай на мащабно природно бедствие [12].

Правителството не е обявило мобилизирането на няколко хиляди души, за да се елиминира инцидента. Работят само няколко души на смени, работят – 50 души за четири часа. Това очевидно не е достатъчно, особено като се има предвид замяната на тези, които са получили пределната доза, както и необходимостта от прехвърляне на уроци, извлечени от тази информация. Дори използването на военни хеликоптери, чиито екипажи по дефиниция са призовани да спечелят или умрат в бой, в случай на бедствие на национално равнище, е можело да се използват след дълго разискване.

През първите 24 часа след земетресението и цунамито, както вече е ясно, не е имало незабавни и решителни действия за осигуряване на вода за охлаждане, дори с помощта на автономни преносими помпи и пожарникари. Това е въпреки факта, че мобилни военни генератори или корабни електроцентрали могат да бъдат разположени в близост до морето.

Всичко това довежда до факта, че председателят на Борда на директорите на оператора на станция ТЕРСО Tsunehihisa Katsumata след 3 седмици признава очевидните неизбежности: „Първите четири реактора на аварийната атомна централа не са възстановими, а ситуацията в тях ще остане „нестабилна” в близко бъдеще. Той добави, че четирите реактора все още не са били под контрол, но експертите „полагат всички усилия да ги охладят”.

В Чернобил, веднага след експлозията, започва изграждането на така наречения „саркофаг”, който покрива повредения реактор [2]. В Япония се планира повредените реактори да бъдат покрити с покриви-саркофази, изработени от специална тъкан. Това е безполезно, тъй като тъканта бързо ще се разруши под влияние на висока температура. Не е ли това просто опит да се прикрият унищожените реактори, за да се успокои обществото. Тези „саркофази” трябва да попречат на летящи радиоактивни частици. Става дума за 1-ви, 3-ти и 4-ти реактори, сградите на които са били силно повредени в първите дни на бедствието, когато водородът периодично експлодира вътре [13].

Но основната заплаха е не само радиоактивен прах, но предимно замърсена вода проникваща в океана и почвата. За събиране на високо радиоактивна вода, изпомпвана от турбинните зали и други помещения на енергийните блокове, се планира да се използват танкери, които ще се прикрепват към кея в близост до атомната електроцентрала. И къде и при

кого ще отидат тези танкери и какво ще се прави с водата, изпомпвана в тях?

Русия изпраща в Япония плаващ комплекс за обработка на течни радиоактивни отпадъци „Ландиш”. От политическа гледна точка това е грандиозен жест от руската страна, но не е ясно пълното практическо използване на тази инсталация в Япония. Тази система и нейният процес осигурява пречистване само ниско - и средноактивни течни радиоактивни отпадъци и нямат пълен процесен цикъл за втвърдяване на радиоактивните остатъци.

Във Фукушима трябва да се пречиства силно активна вода. В допълнение, сравнително средно активна вода вече е започнала да се изпомпва директно в океана. Общо, според японските медии, се планира да се освободи в океана 11,5 хиляди тона вода, количеството на радиоактивни елементи, в които е 100 пъти по-високо от правната норма. Тази мярка, както се подчертават от експертите, е необходима за последващото изпомпване в отделения резервоар на натрупаната вода, акумулирана в други помещения и технически тунели на атомната електроцентрала с радиационни нива над 1000 mSv на час. Това заявява на пресконференция в Токио министърът на икономиката, промишлеността и търговията на Япония, Бари Кейда [14].

В същото време, в реалната ситуация на 5 април, 2011 година, съдържанието на радиоактивен йод-131 във водата, която е неконтролируемо се излива в Тихия океан от второто звено на аварийен ядрен реактор „Фукушима-1”, надвишава допустимата норма почти 7,5 милиона пъти. Това се доказва от анализа на пробите, докладвани от представители на оператора на централата.

Известно е, че Едва на 3 април, след атомната катастрофа във Фукушима-1, правителствените органи и ТЕРСО започват да измерват радиоактивността на въздуха в зоната на изключване на 20 километра около атомната електроцентрала с хеликоптери.

Нивото на радиоактивност във въздуха и на земята може да варира в стотици, дори хиляди пъти. Нивото на радиация във въздуха е 50 $\mu\text{Sv/h}$. Това означава, че на земята това ниво може да бъде наистина хиляди пъти по-високо. В Чернобил евакуацията на населението от 30-километровата зона се извършваше сурово, дори с помощта на военните. Няма друг начин в тези случаи [20].

В изявление генералният секретар на японското правителство Юкио Едоно заяви, че дни след аварията, евакуацията на населението от 30-километровата зона все още не е задължителна, а само препоръчителна !

А в същност е отложено принудителното евакуиране може би с пропагандна цел. А здравето на хората?

Според изчисленията на специалисти от Чернобил, направена въз основа на ТЕРСО информация, натрупаната ефективна доза радиация директно на земята, за миналото време след инцидента може да бъде в радиус от 5 - 10 км от станцията до 400 mSv, в радиус от 10 - 20 км до 300 mSv, в радиус от 20 - 30 км до 150 mSv.

Говорителят на МАГАТЕ Денис Флори заявява, че агенцията е загрижена за високото ниво на радиационен фон в едно от селата на разстояние 40 километра от Фукушима, а според много експерти мащабът на инцидента вече е достигнал 7-то ниво, т.е. Чернобилска скала. Реално под опасност според японските медии са били 140,000 души.

Трябва да подчертаем, че 50 mSv е годишната максимална допустима радиационна доза на операторите в ядрени съоръжения в „мирно време”.

250 mSv е максимално допустимата доза за аварийно лъчения за ликвидаторите. След получаване на такава доза, човек обикновено трябва да бъде лекуван. Не следва да се допуска работа в атомни електроцентрали или други опасни за радиационно-радиационно оборудване.

Във Фукушима освен земетресението и цунамито, човешкият фактор води до това, както в Чернобил [22]. Объркването и бездействието на ръководството на оператора на централата доведе от катастрофа с умерена тежест до истинско бедствие. Вероятно специалистите са искали най-доброто... Как и защо се е случило, ще отговори времето!?

Известно е, че преди 6 април е съобщено, че ТЕРСО е поканил аварийни екипи от Чернобил да се справят с авариралите реактори във Фукушима. Според френския вестник L'Express, компанията обещава да им плати по пет хиляди долара на ден. В Чернобил те получават такива пари в Русия за една година.

Нивото на радиация, месец след аварията изложено във Фукушима-1, е толкова високо, че не може да бъде измерено, според анонимни източници. Според някои нивото на радиация в хранящите блокове от първия до третия реактор е толкова високо, че устройствата за мониторинг са безполезни. Високите нива на радиация не позволяват да влязат в сградите на атомната електроцентрала, но вече навън на някои места нивото на радиация надвишава 100mSv. В цялата станция се откриват резервоари и потоци от силно радиоактивно замърсени води.

Известно е, че ТЕРКО планира да започне да изпомпва азот в помещенията на първия реактор. Според чуждестранни агенции специалистите на компанията възнамеряват да извършат тази операция, за да изместят кислорода, който при смесване с водород образува смес от експлозивни газове. По този начин, според експертите на тази компания, е възможно да се избегне възможността за нова експлозия в помещенията на електроцентралата.

Заместник-генералния директор на атомната електроцентрала „Чернобил“, Александър Коваленко по използването на азот във Фукушима заявява: Подобни прибързани действия бяха предприети и в Чернобил. Въпреки това, там дойде на ум много по-бързо - вече пет дни след инцидента. По предложение на академик Валери Легазов в помещенията под реактора се излива течен азот, което доведе до ефекта на „пещта“, който значително увеличава емисиите, които значително замърсиха някои области на Беларус. Азот инжекция започна на 5 май, 1986. „Много бързо стана ясно - пише той в мемоарите си, - че предложението ми е глупаво и че доставката на течен азот незабавно беше прекратена”[16].

Компанията възнамерявала да не охлажда реактора с азот, а да го изпомпва, за да измести кислорода и да намали вероятността от водородна детонация. Идеята е разумна, но трудна за изпълнение, тъй като е необходимо да не се подава течен азот, а азот, нагряван до температура, сравнима с температурата на активната зона на реактора. Не е ясно как това може да се приложи на практика. В противен случай ефектът на печката е неизбежен, тъй като студен газ ще издуха радиоактивно замърсяване от реактора и ще го разпространи в продължение на стотици километри. Още по-опасно е да се доставя течен азот, защото в момента на кипене, един литър течен азот при изпаряване ще даде 700 литра газ - всички ще излетят от улавянето на реактора отнемайки от него радиоактивен прах, както беше в Чернобил. В допълнение, азотът няма да спре навлизането на кислорода в реактора и ще са необходими изключително усилия за неутрализиране на ситуацията, когато се работи в ултрависоко радиационни полета.

Известно е, че разрушените реакторни блокове на Фукушима лежат директно на водата. Според експерта Дагмар Рьорлих, в първите седмици след бедствието в атомната електроцентрала Фукушима малко внимание бе отделено на океана, всички усилия са насочени към извънконтролните реактори. Океанът също е силно радиоактивно замърсен.

Използван е изследователският кораб *Nakuho Maru*, да измери радиацията във водите излизащи от Фукушима. Изследователите взеха проби от вода, планктон и утайка, открити утайки капани, целта е да разкрият колко радионуклиди попадат в дълбокото море по кой маршрут.

Първоначално, от 23 март, правителството изпраща изследователски кораби като *Nakuho Maru* за спешни измервания. Въпросът е дали корабите са били отчетени в оценката на здравния риск за екипажите им? В края на март, и началото на април, радиацията е много висока около Фукушима, но сравнително ниска в открито море, защото замърсената вода е много разрежена и се разпростира върху много по-голяма площ [21]. От друга страна дъждовната вода изтласква постоянно замърсяването в морето, а реките пренасят силно замърсени утайки[17].

Принципно изчисленията на количествата радионуклиди от Фукушима, които влизат в морето, все още не са завършени. Ранните оценки на правителството предполагат, че 0.95 трилиона *Bq* цезий са вливали директно в океана. Но това не е достатъчно точно, според много учени.

Според Мичио Аояма от японския институт за метеорологични изследвания заявява: ”За нашата оценка сравнихме данните за Фукушима Даичи с тези, които бяха извършени от нас. Данните могат да бъдат поточни само ако приемем, че 3.5 quadrillion Becquerel Cesium 137 са вливали директно в морето в резултат на катастрофата. Плюс това, което се излива директно от въздуха върху водата, може би е около 7.5 квадрилона бекерел - според много предварителна оценка. Това прави общо около десет quadrillion *Bq* цезий 137. Това съответства на около три процента от цезий 137, останали от надземните ядрени опити през 50-те и 60-те години на 20-ти век в Тихия океан. В допълнение, има почти толкова - 8,5 трилиона *Bq* цезий, които са били измити в морето от дъждовете и реките[19].

Тази радиация ще остане дълго в горните слоеве на водата и ще плава с океанските течения [24]. След това ще се разпространява в Северния Тих океан и след това ще се движи във вътрешността на този басейн. За това са нужни няколко десетилетия.

Тридесет години бяха изминали преди радиоцезият от ядрените опити да достигне екватора. Оттам си намира пътя в Южния Тихи океан и Индийския океан.

Цезият-137 от Фукушима може да достигне атлантика за 20-50 години, предвижда Мичио Аояма - макар и в толкова ниски концентрации, че вероятно ще потъне в радиоактивните ядрени тестове, които все още съществуват.

Изводи:

1. След инцидента е проявена политика на скриване на истината от масите, подобно както бе направено в Чернобил на 26 април 1986 година. Политици и експерти се опитват да не драматизират ситуацията и да не възпламеняват паника сред населението.

2. Противоречиви и непълни са сведенията за количествата на изхвърлените радиоактивни вещества от типа на Йод-131, Стронций – 90, Стронций 137.

3. Фрапиращи са разминаванията по отношението на количествата радиоактивни вещества, които са изляти и се изливат все още в океана.

4. Последствията от аварията централа продължават и в момента, чрез контролирано изливане на радиоактивна вода в океана и чрез отстраняване на радиоактивна почва около централата и засегнатите райони по следата на радиоактивното замърсяване.

5. Завръщането на голяма група хора по родните им места се отлага за в бъдещето, когато условията ще позволят да не се получава доза по-голяма от 1 mSv/y.

Използвана литература:

1. www.iaea.org. Retrieved 2016-07-14.
2. www.nei.org. Nuclear Energy Institute. Retrieved 9 April 2017. - note that figures were converted into US ton
3. Fukushima: Background on Reactors (Technical report). February 2012. Retrieved 4 September 2014.
4. International Atomic Energy Agency (IAEA) (August 2015). „The Fukushima Daiichi Accident: Technical Volume 2/5 - Safety Assessment” (PDF). International Atomic Energy Agency (IAEA). p. 74. Retrieved 1 May 2017.
5. International Atomic Energy Agency (IAEA) (August 2015). „The Fukushima Daiichi Accident: Technical Volume 1/5 - Description and Context of the Accident” (PDF). International Atomic Energy Agency (IAEA). p. 66. Retrieved 1 May 2017.
6. Medvedev (June 1989). „JPRS Report: Soviet Union Economic Affairs Chernobyl Notebook” (Republished by the Foreign Broadcast Information Service ed.). Novy Mir. Archived from the original on 2011-03-24. Retrieved 27 March 2011.
7. Fukushima radiation level highest since March 11”. The Japan Times Online. 2017-02-03.
8. Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-Economic Impacts and Recommendations to the Governments of Belarus, the Russian Federation and Ukraine. The Chernobyl Forum: 2003–2005 Second revised version” (PDF). IAEA. April 1, 2006. Retrieved Apr 25, 2019.
9. Three Mile Island, Chernobyl, and Fukushima, A comparison of three nuclear reactor calamities reveals some key differences”. IEEE. Nov 1, 2011. doi:10.1109/MSPEC.2011.6056644.
10. „Chernobyl Accident 1986”. World Nuclear Association. Jun 1, 2013. Retrieved Apr 25, 2019.
11. Steinhäuser, Georg; Brandl, Alexander; Johnson, Thomas E. (2014). „Comparison of the Chernobyl and Fukushima nuclear accidents: A review of the environmental impacts”. *Science of the Total Environment*. 470-471.
12. ANNEX J. Exposures and effects of the Chernobyl accident” (PDF). United Nations UNSCEAR. 2000. Retrieved 2019-06-27.
13. „Figure XI. Surface ground deposition of caesium-137 released in Europe after the Chernobyl accident [D13]” (PDF). United Nation UNSCEAR Report. 2000.

14. „Figure VI. Surface ground deposition of caesium-137 released in the Chernobyl accident [I1, L3]” (PDF). United Nation UNSCEAR Report. 2000.
15. https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_the_Chernobyl_and_Fukushima_nuclear_accidents - cite_ref-wna-201602_16-0 „Fukushima: Radiation Exposure”. World Nuclear Association. February 2016. Retrieved 4 February 2017.
16. „Reconstruction Agency”. www.reconstruction.go.jp. Retrieved 2016-05-25.
17. „Fukushima Residents Return Despite Radiation”. www.scientificamerican.com. Retrieved 2019-10-06.
18. Health effects due to radiation from the Chernobyl accident (Annex D of the 2008 UNSCEAR Report) (PDF) (Technical report). UNSCEAR. 2011.
19. Kaushik, Kavyanjali (7 April 2011). „UPDATE 1-Toshiba proposes to scrap Fukushima nuclear plant-Nikkei”. Reuters. Retrieved 27 July 2013.
20. Justin Mccurry (10 March 2014). „Fukushima operator may have to dump contaminated water into Pacific”. The Guardian. Retrieved 10 March 2014.
21. Dolchinkov, N., B. Karaivanova-Dolchinkova, Radiation effect on human and living nature. International scientific journal: Science. Business. Society 5. 2016. стр. 59-61.
22. Dolchinkov, N., State of the population disclosure systems in the changing radiation situation in Bulgaria, 12th International Scientific and Practical conference Environment. Technology. Resources. ISBN 1691-5402, Vol 1, 20-22.06.2019 г. Резекне, Латвия, стр. 54-58.
23. Dolchinkov, N., N. Nichev, Characteristics of radiation. Revista. Sibiu. Rumania. no.2 (82). 2016, стр. 184-189.
24. Долчинков Н. Т., Действия на населението при извънредни ситуации, монография, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски“, ISBN 978-954-753-306-6, стр.186, 2000 г.

Адреси за кореспонденция:

*проф. дхн инж. Михаил Харалампиев, катедра „Защита на населението и инфраструктурата”, НВУ „В.Левски”, В.Търново
 mihail43@yahoo.com, tel. 0886557609*

ГАЗОРАЗРЯДЕН БРОЯЧ. ПРИНЦИП НА ДЕЙСТВИЕ. ПРИЛОЖЕНИЕ

Наталия Паскалева

GAS DISCHARGE COUNTER. OPERATING PRINCIPLE. APPENDIX

Natalia Paskaleva

Abstract: Radioactivity is the spontaneous conversion of unstable nuclei of isotopes of one chemical element into isotopes of another element. Radioactivity was discovered by A. Becquerel in 1896. As a result of attempts to deflect the radiation of radioactive nuclei in the electric and magnetic fields, it has been established that radioactive substances emit three types of radiation: alpha rays, beta rays and gamma rays. A review and analysis of the impact of radioactive particles and rays on humans and living organisms has been made.

Key words: characteristics, isotopes, humans, living organisms, radioactivity, technology.

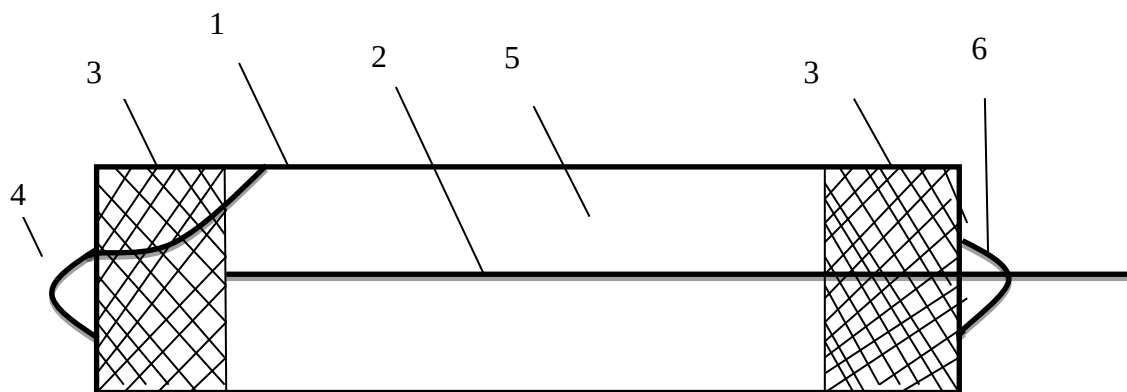
Увод

При пропорционалните броячи газовият разряд се развива само в част от обема на газа. С увеличаване на приложението напрежение все повече се разширява областта на ударната йонизация [1, 7]. Това води до увеличаване на коефициента на газово усилване k_0 , а следователно и до нарастване на вероятността за възникване на вторични ефекти Z . Когато $k_0=10^4$ - 10^5 , газовият разряд прераства в самоподдържащ се. Напрежението U_3 , при което настъпва това явление се нарича напрежение на запалване на газовия разряд. Възникването на самоподдържащ се газов разряд при образуване в обема на детектора на поне една двойка йони е характерна особеност на газоразрядните броячи [8].

Газоразрядните броячи са едни от най- разпространените детектори на йонизиращи лъчения [2]. Те са намерили широко приложение и във войсковата дозиметрична апаратура.

Принцип на действие на газоразрядния брояч

Принципно устройство на газоразрядния брояч



Фиг.1. Устройство на газоразряден брояч

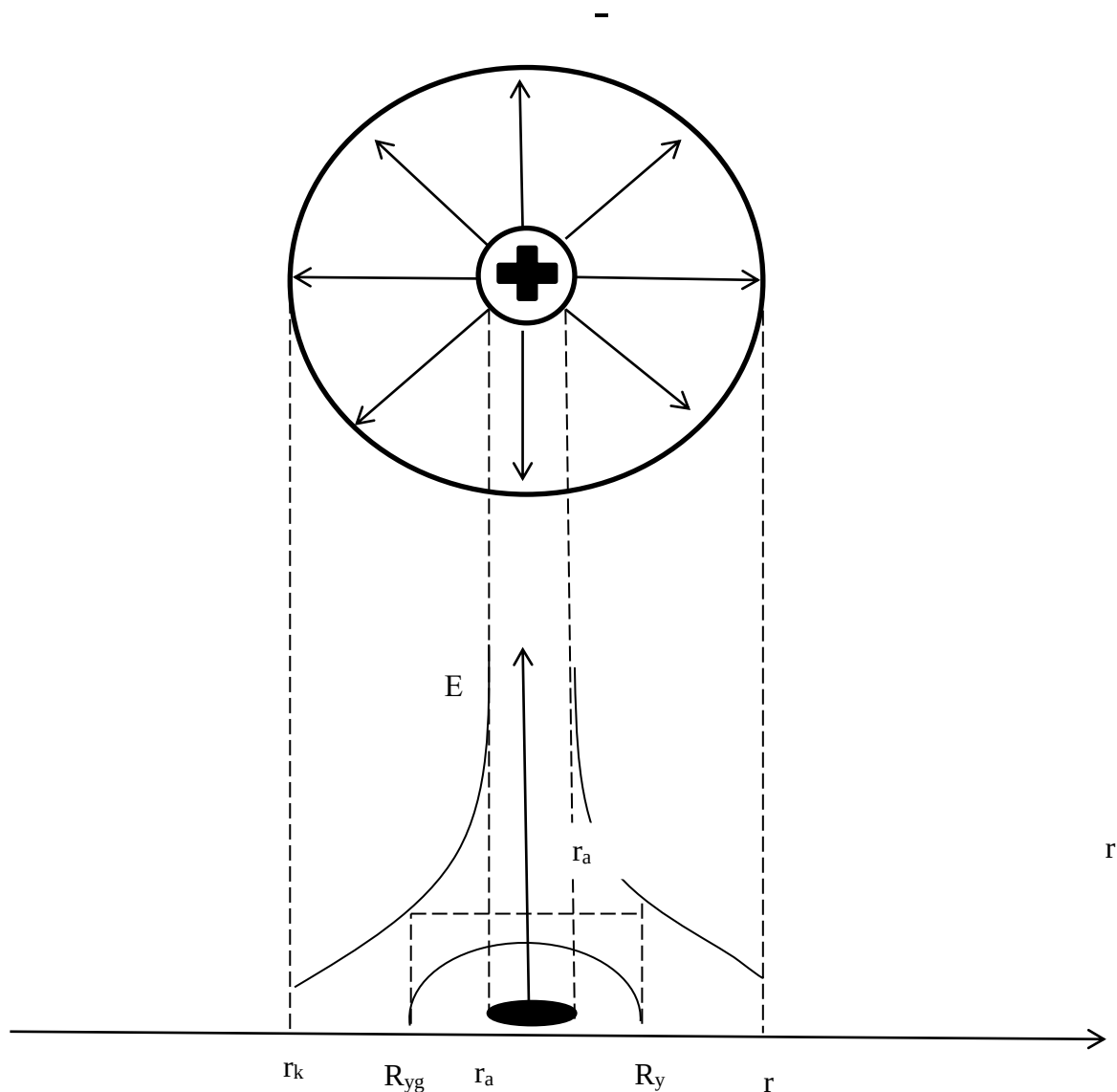
- (1) – метален цилиндър /катод/;
- (2) – тънка нишка /анод/;
- (3) – изолатори;
- (4) – извод на катода;
- (5) – газова среда;
- (6) – извод на анода.

Разпределение на интензивността на електричното поле в газоразрядния брояч

- r_a – радиус на анода;
- r_k – радиус на катода;
- R_{yg} – радиус на областта на ударната йонизация.

В зависимост от газовата среда газоразрядните броячи се разделят на несамогасящи се и самогасящи се. При несамогасящите газоразрядни броячи газовата среда представлява инертен газ [5]. Възникналият в тях разряд се прекратява, чрез специални гасящи радиотехнически схеми или помощта на много голямо съпротивление, включено във външната верига на брояча. Несамогасящите се газоразрядни броячи са конструирани от Гайгер и Мюлер (1928 г.) затова се наричат още Гайгер- Мюлерови броячи. Гайгер-Мюлеровият брояч е уред за измерване на радиация [6]. Открива високоенергийни фотони, алфа-частици, бета- и гама-лъчи, но не и неутрони. Датчикът детекторът му се нарича Гайгер-Мюлерова тръба. Представлява газоразрядна лампа с 2 електрода, пълна с газ с ниско налягане (значително по-ниско от атмосферното). При преминаване на частица или лъч през него, за момент протича електрически ток [9]. Чрез електронен усилвател сигналът се усилва и се изобразява като измерима величина или като звук - едно щракване за всяка частица. Гайгер-Мюлеровите броячи се наричат и самогасящи се, това обаче е неправилно. Защото самогасящите се газоразрядни броячи са създадени от Трост (1937г.)

В самогасящите се газоразрядни броячи газовата среда представлява механична смес от инертен газ и добавка от многоатомно съединение.



Фиг.2. Гайгер – Мюлеров брояч

Механизъм на разряда в самогасящ се брояч с неорганична добавка

При тези броячи най- разпространена газова смес е Ar/90%/ + спирт /10%/.

Гасящите свойства на многоатомните газове се обуславят от факта, че за техните възбудени молекули вероятността за дисоциация е много по-голяма от вероятността за излъчване на фотон [3]. Затова йоните на многоатомните молекули, пристигайки на катода и неутрализирайки се върху него, не излъчват фотони и не създават допълнителни фотоелектрони, които биха могли да предизвикат втори стадий на разряда.

Трябва да се отбележи, че разрядът е съсредоточен само в много тясна област около нишката, кочто съществено зависи от приложеното

$$E_r = \frac{U}{v \cdot \frac{\ln r_k}{r}}$$

напрежение и контрукция на брояча: . Разпространението на разряда по продължение на нишката става от точка към точка благодарение на това, че изпуснатите от аргона фотони се поглъщат от спиртните молекули близо до анода, създават вторични електрони, които на свой ред продължават образуването на лавини.

Скоростта на движение на електроните към анода е с два порядъка по-голяма от скоростта на движение на положителните йони към катода. Поради това за интервала от време, през който електроните са достигнали до анода, положителните йони практически се намират още места в тяхното образуване [4]. По такъв начин след време анодът се оказва обкръжен от покривка от положителни йони, които не са успели да се предвижват към катода. Тази покривка екранира анода и електричното поле отслабва толкова, че разрядът може да се прекрати.

В заключение трябва да се отбележи, че при разглежданите броячи пречесите на развитие и гасене на разряда водят до необратими явления [10]. Тъй като в един брояч се съдържат около 10^{20} молекули на гасящата компонента, а при един газов разряд се дисоциират около 10^9 молекули, то с един брояч могат да се регистрират не повече от 10^8 импулса, без да се влошават неговите качества.

Конструктивни особености на газоразрядните броячи

При газоразрядните броячи корпусът много често служи за катод на брояча. Когато той е направен от стъкло, за катод служи тънък слой от графит, мед, волфрам и други материали с голям йонизационен потенциал. Видът на материала за катод се подбира според предназначението на брояча. За гама-лъчи се използва бисмут или олово. Често катодът се изработва от алуминий, като вътрешната стена се покрива със слой от олово или бисмут с дебелина, отговаряща на пробега на вторичните електрони. За намаляване на лъжливите импулси катодът трябва да се обработи така, че да се изключи възможността за образуване на окисна покривка. При алуминиевите катоди вътрешната повърхност се хромира или помеднява.

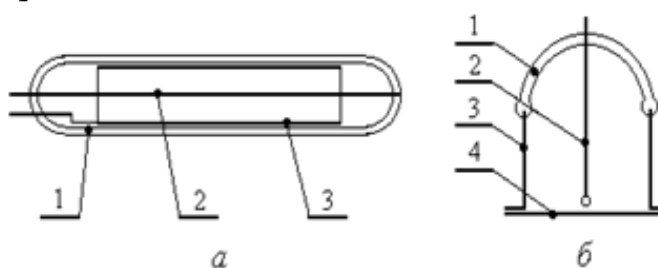
За регистриране на бета-частици корпусът се прави тъкностенен от мед, алуминий или неръждаема стомана. За подобряване на механическите му свойства той се гофрира. Анодът представлява тънка нишка от волфрам или неръждаема стомана, много добре полирана. Нишката се държи опъната по оста на брояча с помощта на спирална пружина. За по-точно определяне на работния обем на брояча в краищата на поставена в стъклени тръбички.

Размерите на газоразрядните броячи са най-различни и се определят от тяхното предназначение.



Фиг. 3. Различни видове газоразрядни броячи

1. Приложение на газоразрядния брояч във войсковата дозиметрия
- За регистриране на гама-лъчения се използват цилиндрични халогенни броячи [7].

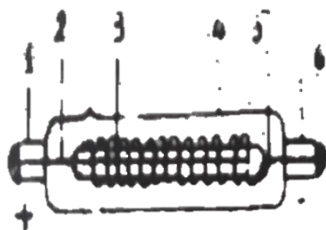


Фиг.4. цилиндричен халогенен брояч

- 1 - вакуумна обвивка (стъкло);
- 2 - анод;
- 3 - катод;
- 4 - прозорец (сляуда, целофан)

Тези броячи се маркират по следния начин: СТС – 5 и СТС – 6

- За измерване на големи мощности на експозицията широко приложение са намерили слабочувствителните халогенни броячи

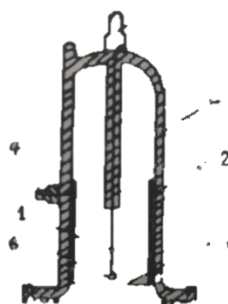


Фиг.5. Слабочувствителен халогенен брояч

- 1 – извод на анода
- 2 – анод
- 3 – изолатор
- 4 – стъклен балон
- 5 – катод
- 6 – извод на катода

Маркировката на тези броячи е: СИ – 10БГ, СИ – 25Г

- За регистриране на бета-лъчения с енергия се използват камбановидни броячи



Фиг.6. Камбановиден брояч

- 1 – анод
- 2 – катод
- 3 – извод на анода
- 4 – извод на катода
- 5 – стъклен балон
- 6 – стъклено топче
- 7 – прозорче

Анодът представлява волфрамова нишка с диаметър 0,2-0,3мм, а катодът медно покритие, нанесено на вътрешната страна на стъкления балон [9]. Тъй като камбановидният брояч е самогасящ се брояч с органична обвивка, работното му напрежение е значително по-високо от

това на халогенния брояч. Притежават следната маркировка: СВТ – 7, МСТ – 17.

Използвана литература:

1. Долчинков Н. Т., Действия на населението при извънредни ситуации, монография, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски“, ISBN 978-954-753-306-6, стр.186, 2000 г;
2. Dolchinkov, N., B. Karaivanova-Dolchinkova, Radiation effect on human and living nature. International scientific journal: Science. Business. Society 5. 2016. стр. 59-61;
3. Dolchinkov, N., State of the population disclosure systems in the changing radiation situation in Bulgaria, 12th International Scientific and Practical conference Environment. Technology. Resources. ISBN 1691-5402, Vol 1, 20-22.06.2019 г. Резекне, Латвия, стр. 54-58;
4. Dolchinkov, N., N. Nichev, Characteristics of radiation. Revista. Sibiu. Rumania. no.2 (82). 2016, стр. 184-189;
5. 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;
6. Димитров Б., Проблеми и перспективи на обучението в областта на ЯХБЗ в НВУ „Васил Левски“, Годишник на НВУ „Васил Левски“ част 1, 2019 година, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски“ В.Търново, ISBN 1312-6148, стр. 235-243.
7. Николов Н. Технически средства за индивидуална защита при промишлени аварии, Сборник доклади от университетска научна конференция, НВУ „Васил Левски“ Велико Търново, 25-26 юли 2012г., том 5, стр.204, (6стр) ISBN 978-954-753-104-8
8. <https://financloansinvest.ru/bg/postrojki/schetchik-geigera-myullera-princip-raboty-i-naznachenie-schetchik.html>
9. Уикипедия
10. <https://www.atom-kosmos.com/za-detektorite-na-chastitsi/gajger-myulerov-broyach/>

Адрес за кореспонденция:

Наталия Веселинова Паскалева: НВУ „Васил Левски“, Велико Търново, България;, E-mail: natalia_paskaleva@abv.bg

ЕКОЛОГИЧНО НАБЛЮДЕНИЕ НА АВТОМАГИСТРАЛА „СТРУМА” КМ 0+000-60+000

**Антон Сотиров, Никола Пищалов, Николай Главев,
Сияна Савова, Виктор Сотиров, Красимир Сотиров**

ECOLOGICAL OBSERVATION OF THE HEADWAY “STRUMA” KM 0+000-60+000

**Anton Sotirov, Nikola Pistalov, Nikolay Glavev, Siana
Savova, Viktor Sotirov, Krasimir Sotirov**

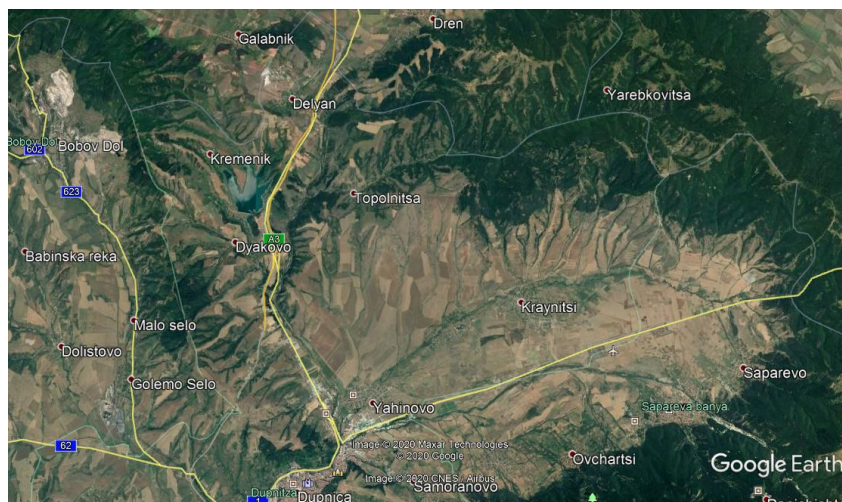
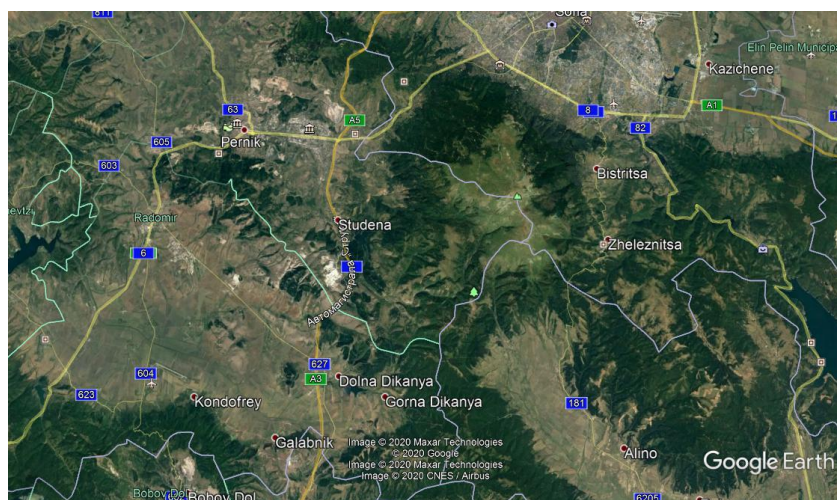
Abstract: *The Struma Highway is a motorway in Southwestern Bulgaria, connecting the city of Sofia with the Kulata border checkpoint on Bulgarian border with Greece as the route heading North-South. Its total length is 168.5 km. In the present study, the section from km 0+000 Lyulin district of Sofia to km 60+000 of town of Dupnitsa-South was observed. The motorway follows the course of the Struma River along the Struma Fault from North to South with small deviations.*

The Struma Highway in the studied section from km 0+000 to 60+000 is a large-scale engineering facility, which has its environmental problems, which must be monitored, measured, described in a complex scientific manner, which will be used to make management decisions for overcoming them.

Key words: *highway Struma, ecology, radiation, air, soil, animals, risk*

Увод

Автомагистрала „Струма“ е автомагистрала в Югозападна България като свързва гр. София с ГКПП Кулата на границата ни с Гърция, като трасето има посока север-юг. Общата и дължина е 168,5 км. В настоящото изследване е наблюдаван участък от км 0+000 квартал Люлин на град София до км 60+000 Дупница-юг. Автомагистралата следва течението на река Струма по Струмският разлом от север на юг с малки отклонения.



Фиг. 1 Местоположение на трасето на АМ „Струма“ (Location)

Климат

Югозападна България попада в зона на преходно-континентален климат, а в районите с по-голяма надморска височина — в зоната на

планинския. Чувства се и средиземноморско влияние (главно по течението на река Струма).

Преходното географско положение и релефът създават разнообразие в проявата на климатичните елементи (температура на въздуха, валежи, ветрове и др.).

Средно годишната температура е 11,2°C. Най-високата средномесечна температура е през юли (21,8°C), а най-ниската през януари (-0,8°C). Годишната температурна амплитуда е 22,6°C.

Валежите са умерено изразени - средногодишно 624 mm, като снежната покривка се задържа средно 30-40 дни през зимата. Средният годишен максимален денонощен валеж е 18 mm, като варира от 14 mm (м. март) до 22 mm (м. юни).

Влажността на въздуха движи между 56% (август) и 83% (декември) и е сравнително ниска през летните месеци (особено през август). Средната годишна относителна влажност е 69%. Тя е по-малка през юли и август и по-голяма към края на есента и в началото на зимата. Средната облачност е умерена – около 53%. Най-ясен е периодът между юли и септември, а най-мрачен – през ноември и януари.

Средногодишната продължителност на слънчевото греене в извънпланинските територии е около 2200 часа, като в планинските части варира в широки граници в зависимост от изложението на склоновете. Броят на ясните дни по обща облачност е 71 годишно.

Най-ветровита е пролетта, а най-тиха есента. Преобладаващите посоки на ветровете са западните и северозападните, следвани от източните и североизточните. Средната годишна скорост на вятъра е 0,9 m/s, като варира от 0,6 m/s (м. октомври) до 1,3 m/s (м. март) [1].

Методика

Наблюдението на околната среда и измерванията са извършени за периода от 1 ноември 2019 до 30 април 2020 г.

Общият радиоактивен фон и радиоактивността на валежите са измерени с гайгеров брояч „Radex“ RD1503 в микросиверта на час ($\mu\text{Sv/h}$).

За измерване на нивото на серен диоксид SO_2 mg/l във въздуха е използван инструмент “Gasman Crowcon”.

Измерванията са извършвани по пунктове през 500 m по протежение на трасето на АМ „Струма“ 3 пъти седмично, в продължение на 6 месеца, като обхващат сезоните есен, зима и пролет на 2019-2020 г. На всеки пункт са извършвани по 4 последователни измервания, последвани от усредняване на стойностите.

Приложени са метода за пряко наблюдение, а за инструменталните измервания – на място (*in situ*).

Информация за възможните източници на радиоактивно замърсяване, влиянието на общият радиационен фон, радиоактивността на

почвите, водите и въздуха е представена от [2,3,4,5,6]. Материали за екологичен мониторинг на региона има публикувани от [7,8,9].

Резултати от наблюденията и измерванията:

Радиационна обстановка:

Табл. 1

Месец (month) /2020 г.	Ноември (November)	Декември (December)	Януари (January)	Февруари (February)	Март (March)	Април (April)
Усреднена стойност на общия радиационен фон, $\mu\text{Sv/h}$ (radiation background)	0,18	0,22	0,20	0,24	0,23	0,24

През по-голяма част от периода радиационната обстановка беше нормална, между 0,10 и 0,20 $\mu\text{Sv/h}$. По-високи стойности бяха наблюдавани при дни с екстремни метеорологични условия, например на 4 – 6 февруари, както и през почти целият месец февруари и на 31 март – 2 април. Максималните измерени стойности тогава бяха 0,30, 0,32, 0,36 $\mu\text{Sv/h}$.

В повечето случаи радиоактивността на валежите е по-висока от тази на общият радиационен фон, което се дължи на йонизиращите явления в атмосферата и захващането на твърди частици от дъждовните капки и снежинките в атмосферата, забелязано и от [5,6].

Табл. 2

Месец (month) /2020 г.	Ноември (November)	Декември (December)	Януари (January)	Февруари (February)	Март (March)	Април (April)
Усреднена стойност радиоактивността на валежите, $\mu\text{Sv/h}$ (precipitation radiation)	0,22	0,24	0,21	0,27	0,26	0,20

Състояние на въздуха:

Табл. 3

Месец (month) /2020 г.	Ноември (November)	Декември (December)	Януари (January)	Февруари (February)	Март (March)	Април (April)
Усреднена стойност на	150	250	250	300	150	100

съдържание на серен диоксид във въздуха SO ₂ , mg/l (in air)						

През трите сезона беше установено съдържание на серен диоксид SO₂ между 100 и 300 mg/l атмосферния въздух, което е два пъти под ПДК (500 mg/l).

Замърсяването е резултат от използване на твърди горива за отопление от производствените предприятия на тежката индустрия в Перник, Дупница и разположените покрай магистралата асфалтови бази.

Често има запрашаване на въздуха от движението на превозните средства, но най-много на местата, където тежкотоварни камиони излизат натоварени от кариерите за инертни материали, например на изхода при село „Старо село“ км, 24. Не е рядкост и движението на автомобили с наднормени стойности на отработени газове и аерозоли.

Замърсяване на въздуха се установява и от пожари, най-често от незаконните сметищата, но и от законното сметище на Община Дупница. Самозапалването на автомобили с газови уредби е често срещано явление, при което горят с висока температура и повреждат асфалтовата настилка най-често в аварийната лента, като отделят високо количество силно задушливи и отровни газове.

Състояние на почвите и водите:

Почвите и отводните води около целият участък на АМ „Струма“ от км 0+000 до км 60+000 е замърсен с морска и каменна сол (натриев хлорид NaCl), използвана за зимно поддържане против замръзване, както и калиев хлорид (KCl), използван за луга, кварцов пясък и инертни материали, разпиляни от тежкотоварните автомобили за пренос на инертни материали. Почти всекидневните аварии и катастрофи са източник на изтекли гориво-смазочни материали и охлаждащи и миелни течности. По цялото протежение има изхвърлени битови отпадъци и части от автомобилите, които замърсяват почвите с антропогенни детрити и микродетрити., описани и от [8,9].

Сметища:

Цялото трасе на магистралата представлява сметище в една или друга степен, но на определени участъци има установени нерегламетирани (незаконни сметища). Това са мостовете под които се изхвърлят битови и промишлени отпадъци, депа за употребени автомобилни гуми, за които се знае че предизвикаха пожари и големи повреди по моста при км. 62 в Дупница. Под мостовете се извърлят дори органични отпадъци от екарисажи на кланици в Дупница. Често ерозионните урви са запълнени с

битови отпадъци, целенасочено извозени с камиони, предимно от гр. Дупница – км. 56.

Свлачища и срутища:

Действащи свлачища са установени при тунел Голямо Бучино, което въпреки укрепванията е разкъсало укрепващите съоръжения и отводнителните улеи.

Срутище при изхода за село Боснек км 32+000, поддали подпорни стени при км 20-24+000 и представляват опасност заради падащи камъни, създаване на аквапланинг и отчупени пътни платна с обратен наклон.

Прокопаните възвишения между тунелите Мало Бучино и Голямо Бучино създават изкуствени течения, които през зимата преместват целият сняг от високите възвишения върху автомагистралата.



Фиг. 2 Свлачището при тунел Голямо Бучино km 10 (Landslide at the Tunnel Malo Buchino)

Животински свят:

Едри животни, за които е установено, че често стават жертви на трафика на АМ „Струма“ в наблюдавания участък:

Язовец (*Meles meles*) - 2 бр., Черен пор (*Mustela putorius*) – 2 бр., Червена лисица (*Vulpes vulpes*) – 3 бр., Заек (*Lepus*) – 2 бр., Дива свиня (*Sus scrofa*) -1 бр., Сърна (*Capreolus capreolus*) 1 бр., Сокол скитник (*Falco peregrinus*) 8 бр., Смок мишкар (*Elaphe longissima*) – 1 бр., а също и множество домашни животни – предимно кучета и котки, но и коне – 1 бр.

Други едри животни, които се наблюдават в района и биха могли да станат жертва:

Елен лопатар (*Dama dama*), Вълк (*Canis lupus*), Мечка (*Ursus*), Бухал (*Bubo bubo*), Бял щъркел (*Ciconia ciconia*), Малък корморан (*Microcarbo pygmaeus*), Смок стрелец (*Coluber caspius*).

Заклучение:

Автомагистрала „Струма“ в изследваният участък от км 0+000 до 60+000 представлява мащабно инженерно съоръжение, което има своите екологични проблеми, които трябва да бъдат наблюдавани, измервани, описвани комплексно на научна основа, което да послужи за вземане на управленски решения за тяхното преодоляване.

Литература:

1. Тишков, Х., Дончев, Д., Илчева, Н., Запков, Л., Велев, С., Гешев, Г., Илиева, М., Йорданова, М., Михайлов, М., Попов, В., Власков, В., Николова, М., Матеева, З., Миленова, М., Руменина, Е., Илиев, К., Бручев, И., Франгов, Г., Добрев, Н., Иванов, П., Кръсев, Т., Благоев, С., Асенова, Л., Върбишка, М., Дончев, Б., Серафимов, В., Пенин, Р., Филипов, А., Шерев, К., Басмаджиева, К., Йолевски, М., Хаджиянакиев, А., Георгиева, Я., Кабакчиев, И. (1995). Атлас околна среда на Република България, Трета министерска конференция „Околна среда за Европа“, София, 23-25 октомври, 1995, 70 стр.
2. Долчинков, Н. (2018). Мониторингът на радиоактивното замърсяване – фактор на ядрената сигурност на България. Годишна университетска научна конференция на НВУ „Васил Левски“ 2018 г., Велико Търново, България, Юни 2018 г.
3. Dolchinkov, N. (2018). Sources of natural background radiation, Security and Defence Quarterly 3 (2017)(2017: 3 (18))
4. 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.
5. Сотиров, А., Малууд, Д., Пищалов, Н., (2014). Фактори влияещи на общият радиационен фон. Сборник доклади на Годишна университетска научна конференция, НВУ „В. Левски“, Велико Търново, България, юли 2014, 5, 35-39.
6. Сотиров, А. (2013). Радиологичен контрол на град Кюстендил. Сборник доклади на Годишна университетска научна конференция 27-28 юни, Велико Търново, 91-97.
7. Сотиров, А., Малууд, Д., Пищалов, Н., Везенкова, Р., Йерусалимова, М., Станчев, Л., Расулски, Т., Савова, С. (2014). Влияние на някои притоци върху замърсяването на река Струма. Списание Екологично инженерство и опазване на околната среда, 3-4, 25-32.
8. Sotirov, A. (2014). Environmental monitoring of town Kyustendil Bulgaria. E3 Journal of Environmental Research and Management, Vol. 5(2). pp. 019-041.

9. Sotirov, V., Sotirov, K., Sotirov, A. (2019). Atlas of some most spread cotemporary anthropogene detritus in soils and sediments. 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.

Адрес за кореспонденция: sotirov_anton@hotmail.com

**РАДИОЛОГИЧНИ ИЗМЕРВАНИЯ НА ПЛОДОВЕ -
ЯБЪЛКИ ОТ ОБЛАСТ КЮСТЕНДИЛ, БЪЛГАРИЯ,
ПРЕДНАЗНАЧЕНИ ЗА ХРАНИТЕЛНАТА
ПРОМИШЛЕНОСТ, СЕЗОН ЕСЕН 2020**

**Антон Сотиров, Николай Главев, Димитър Сотиров,
Станислава Димитрова, Никола Пищалов, Виктор Сотиров,
Красимир Сотиров**

**RADIOLOGICAL MEASUREMENTS OF FRUITS -
APPLES FROM REGION KYUSTENDIL, BULGARIA
INTENDED THE FOOD INDUSTRY, SEASON AUTUMN 2020**

**Anton Sotirov, Nikolay Glavev, Dimitar Sotirov, Stanislava
Dimitrova, Nikola Pistalov, Viktor Sotirov, Krasimir Sotirov**

***Abstract:** 18 varieties (sorts) and 4 hybrids of the most common dessert apple sorts for direct consumption from the Kyustendil region, Bulgaria and their cold-pressed juices in the canning industry were studied.*

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 apple varieties and their juices had low radioactivity in accordance with regulations. The natural total radiation background for the Kyustendil region is 0.16 $\mu\text{Sv/h}$ (as there is a fluctuation from 0.10 to 0.20 $\mu\text{Sv/h}$), and only sometimes it is outside these norms. It was established that there is dependence between the radiation background and the radioactivity of the fruits, but their radioactivity is significantly lower than the radiation background. With small exceptions, the radioactivity of the juice directly depends on the radioactivity of the fruits.

Key words: radioactivity, fruits, apples, juices

Introduction

There were studied 18 apple sorts and 4 hybrids, produced mainly by the Institute of Agriculture, town of Kyustendil, Bulgaria and by the regional farms, designed for the food canning (juice) industry.

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

Through portable digital instruments MA871 Brix Refractometer and “Waterproof IP57” Tester their main technological parameters were studied for total sugars in juice (Brix %), total acidity (pH), electro-conductivity (μS), TDS- total dissolved solids (ppm), total salt content (ppm). Yield juice content (%) was measured also and main sensor parameters as taste, aroma, color and turbidity.

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 variety of apples and their juices, 4 consecutive measurements were performed, followed by averaging of the value, which were performed automatically. Field measurements of the total radioactivity of the fruits 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 - apples from the famous fruit-growing 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].

Results

Table 1 Measured radioactivity and technological parameters of the apples. With symbol (*) are signed sorts delivered by the Institute of Agriculture, town of Kyustendil, Bulgaria. Other apple sorts origin from the regional farms.

	Radioactivity of the apple, $\mu\text{Sv/h}$	Radioactivity of the juice, $\mu\text{Sv/h}$	Radiation background, $\mu\text{Sv/h}$	Brix-total sugars in juice, %	pH-acidity of the juice	Yield, %	Conductivity of the juice, μS	TDS-total dissolved solids in the juice, ppm	Salt in the juice, ppm	Colour	Turbidity	Taste	Aroma
Granny Smith	0.13	0.10	0.15	11.50	2.94	72.50	1250.00	685.00	374.00	yellow-green	high	acid-sweet	fresh fruit
Golden Delicious	0.12	0.12	0.14	11.30	3.26	66.51	1799.00	1204.00	908.00	yellow	high	sweet-acid	fresh fruit
Melrose	0.11	0.12	0.16	10.30	3.31	72.22	1379.00	933.00	695.00	brown	high	sweet-acid	dried fruit
Golden winter pearmain	0.11	0.11	0.17	11.50	2.92	76.50	1806.00	1211.00	914.00	brown	high	sweet-acid	dried fruit
Mollie's Delicious	0.12	0.10	0.15	11.00	2.59	75.51	2620.00	1740.00	1340.00	brown	high	sweet-acid	dried fruit
Defloga	0.12	0.12	0.16	10.70	3.33	70.73	1472.00	986.00	734.00	brown	high	sweet-acid	dried fruit
Ginger Gold	0.12	0.12	0.16	11.20	2.92	77.50	1515.00	1020.00	763.00	yellow-green	high	sweet-acid	fresh fruit
Gold Milenium	0.12	0.11	0.17	12.00	3.25	63.44	1671.00	1116.00	839.00	brown	high	sweet	dried fruit
Prima	0.14	0.13	0.15	10.50	3.05	<30	727.00	664.00	478.00	brown	puree	sweet-acid	dried fruit
Florina	0.13	0.13	0.15	11.70	2.88	61.61	1391.00	935.00	699.00	yellow-brown	high	sweet-acid	fresh fruit
Aida Gold	0.16	0.13	0.14	11.30	2.84	49.57	1135.00	761.00	558.00	brown	high	sweet-acid	dried fruit
Rosana	0.14	0.14	0.15	9.80	3.28	61.68	1661.00	1112.00	836.00	brown-green	high	sweet-acid	dried fruit
Gala Mondial	0.18	0.16	0.16	10.10	3.53	51.60	2680.00	1790.00	1380.00	brown-green	high	sweet-acid	dried fruit
Wiygik	0.15	0.16	0.15	9.70	2.77	65.00	1476.00	988.00	736.00	brown-green	high	sweet-acid	dried fruit
Hybrid 1/37	0.17	0.15	0.16	10.90	3.87	54.67	1972.00	1321.00	1003.00	brown	high	sweet	dried fruit
Hybrid 2/14	0.14	0.14	0.18	11.60	2.72	70.00	1992.00	1323.00	1004.00	yellow-brown	high	sweet-acid	fresh fruit
Hybrid 2/8	0.17	0.16	0.16	11.70	3.15	<30	1459.00	979.00	724.00	brown	puree	sweet-acid	dried fruit
Hybrid 8/5	0.16	0.15	0.16	13.80	2.84	61.99	1460.00	982.00	730.00	yellow-brown	high	sweet-acid	fresh fruit
Freedom	0.14	0.14	0.15	11.80	2.85	61.02	2190.00	1460.00	1120.00	brown	high	sweet-acid	dried fruit
Renora	0.15	0.16	0.16	12.60	2.84	75.68	2820.00	1880.00	1470.00	yellow	high	sweet-acid	fresh fruit
Reamdra	0.13	0.13	0.12	11.10	2.77	69.77	1427.00	964.00	710.00	brown	high	sweet-acid	dried fruit
Pinova	0.18	0.15	0.16	11.60	2.91	64.65	1857.00	1244.00	941.00	brown	high	sweet-acid	dried fruit

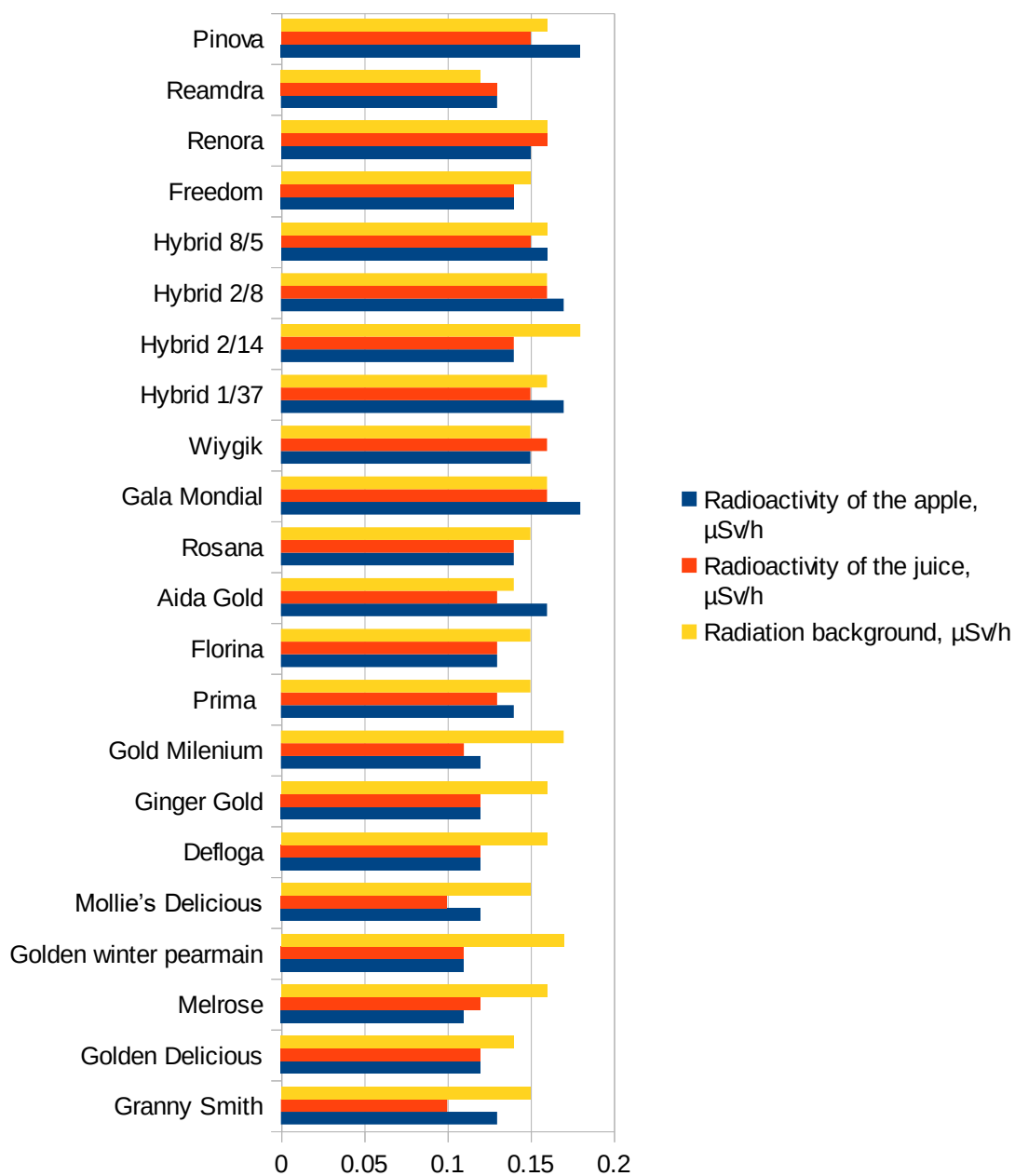


Fig. 1 Radioactivity of the different apple sorts, measured with a Geiger instrument

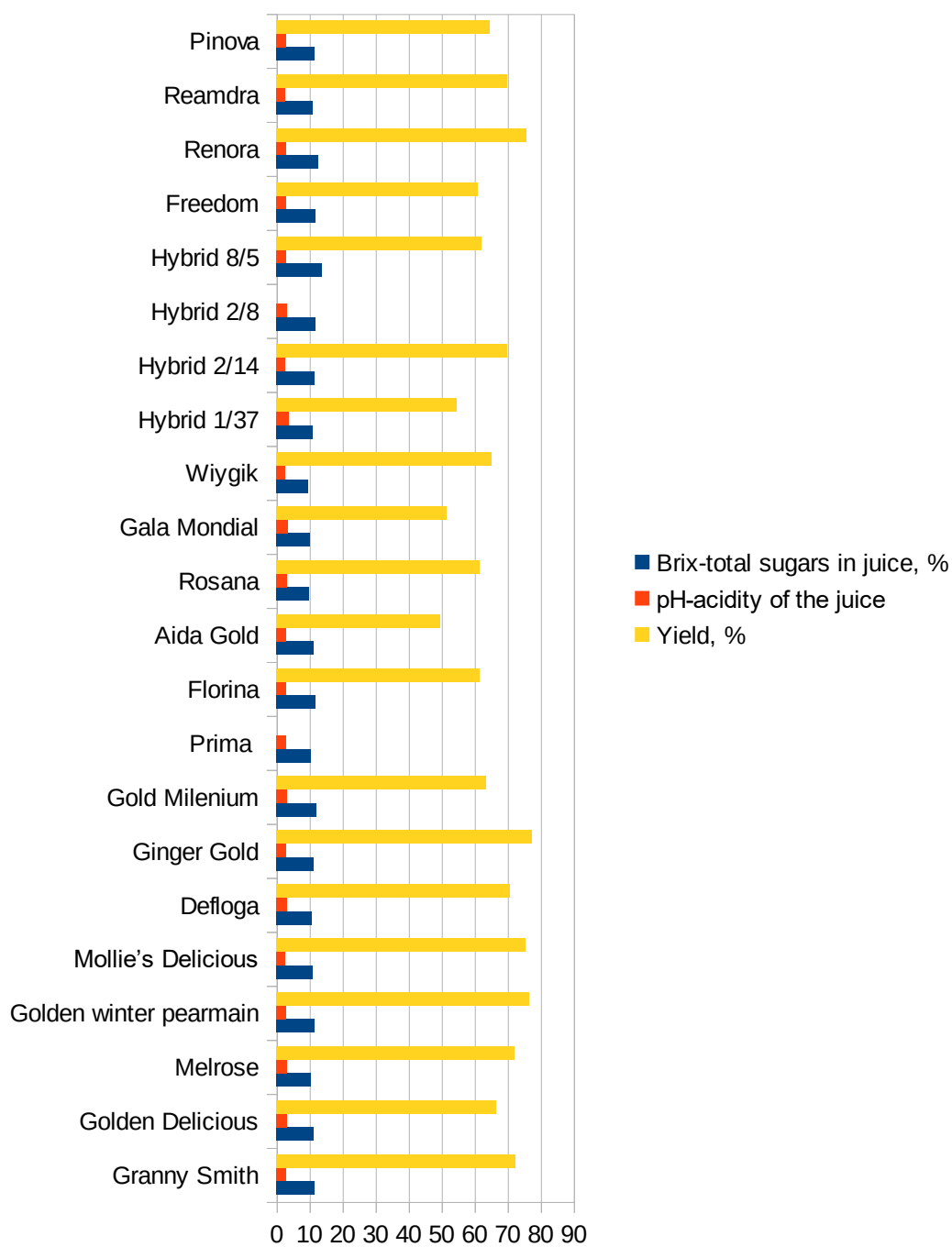


Fig. 2 Technological parameters of the juice by the apple sorts

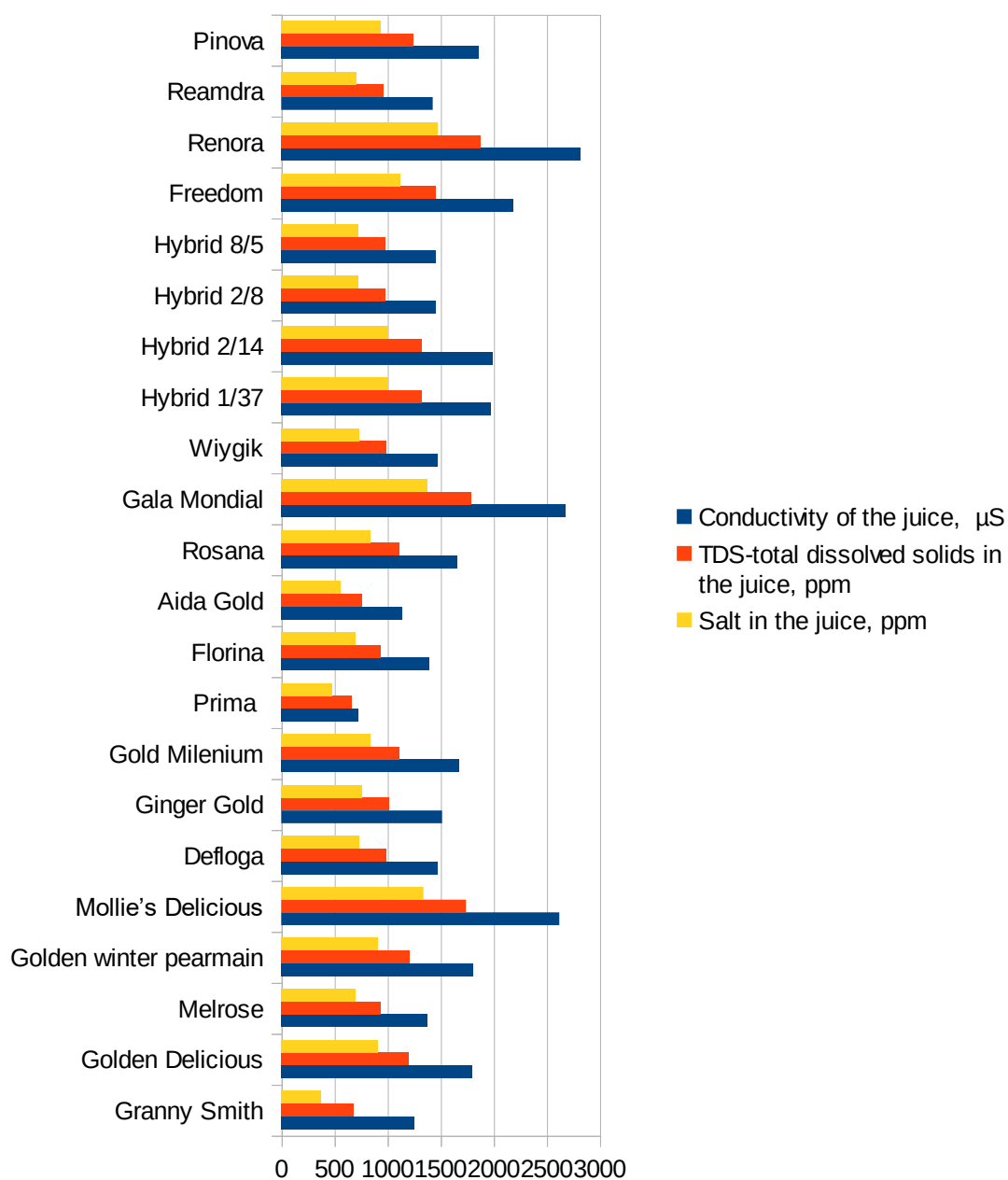


Fig. 3 Technological parameters of the juice by the apple sorts

Conclusion

In Table 1 and Fig. 1, 2 and 3 are the results of the performed measurements. All tested varieties and hybrids of apples and their juices have low radioactivity in accordance with regulations.

The natural total 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 total 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.

The technological parameters are relatively constant for the individual varieties (sorts), with the exception of the varieties „Prima” and „Hybrid 2/8”, which have practically no yield and they do not produce juice during cold pressing, but only fruit puree.

It can be concluded that the individual parameters, incl. 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, as in hybrids the values of the measured indicators differ from those of other sorts. The sort „World Gala” has significantly higher values of almost all parameters than all analyzed varieties.

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 Food Technology Division, Bhabha Atomic Research Centre, Bombay, 400 085, India, B., Thomas Food Technology Division, Bhabha Atomic Research Centre, Bombay, 400 085, India, 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). Cources 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.

Address for correspondence: sotirov_anton@hotmail.com

ВЛИЯНИЕ НА РАДИАЦИЯТА ВЪРХУ ЧОВЕШКИЯ ОРГАНИЗЪМ И ОКОЛНАТА СРЕДА

Явор Стайков

EFFECT OF RADIATION ON THE HUMAN ORGANISM AND THE ENVIRONMENT

Yavor Staykov

Abstract: *The discovery of radioactivity is one of the greatest discoveries of mankind. It is known that everything on our planet is subject to constant exposure to natural and anthropogenic, terrestrial and cosmic sources of ionizing radiation, ie. it is located in conditions created by natural and technogenic radioactive background. There are many minerals in nature, even plants and animals that have natural radiation. The average effective radiation dose per inhabitant of the planet is 2000 Sv per year.*

Key words: *background, radioactivity, uranium production, countries, factors, nuclear power.*

Въведение

Откриването на радиоактивността е едно от най-великите открития на човечеството [9]. Само няколко седмици след откриването на рентгеновите лъчи (през 1896 г.) френският физик Анри Бекерел, като изучавал фосфоресциращите свойства на различни вещества започнал опит с калиев уранисулфат. Опитът се състоял в това, че след излагане на дневна светлина минералът, добре завит в непропускаща светлина черна хартия, е бил проверяван след известно време дали фосфоресцира. Силуетът на минерала се очертал под въздействието на силно лъчение с голяма проникваща способност върху фотоемулсията. Така е установено наличието на нови, наречени от Бекерел уранови лъчи, а явлението е наречено от Мария Кюри радиоактивност [2].

Това откритие бързо навлиза в медицината и са създадени първите рентгенови апарати, довели до революция в медицината. В последствие усъвършенствани и модернизирани рентгеновите апарати от най-новите поколения повишаване многократно точността на диагностичната дейност и позволяват спасяването на стотици живота [3].

В същото време се установява, че радиоактивните лъчи са и сериозен замърсител на околната среда с изключително силно въздействие върху

жизнената и физиологическа дейност на организмите, което варира от стимулиране до умъртвяване [1].

Известно е, че всичко на нашата планета е подложено на постоянно облъчване от природни и антропогенни, земни и космически източници на йонизиращи лъчения, т.е. намира се в условия, създавани от природен и техногенен радиоактивен фон. Йонизиращите лъчения съпътстват живота на планетата в неговите различни проявления на всички етапи от еволюцията [11].

История на замърсяването на околната среда с радиоактивни вещества

Първото сериозно замърсяване на околната среда и почвата, предизвикано от човешката дейност е това в Япония и датира от 5-6 август, 1945 година. Над японските градове Хирошима и Нагазаки, без особена военна необходимост американците хвърлят първите атомни бомби в историята на човечеството [13, 14]. Започва ерата на атомната надпревара, в която се включва и бившия Съветски съюз, а броя на ядрените държави днес е повече от 20.

Дълго време се е считало, че е сравнително ограничено, локално не много опасно [7]. По-късно се установява, че на различните етапи на производство на урановото гориво (открити или закрити рудници, хидрометалургично производство и концентрация на урана, очистване, обогатяване и др.) е възможно „обогатяване“ на околната среда с радионуклида уран и особено с радон (радон-222). Отпадъците от хидрометалургичните заводи, отначало са изхвърляни без достатъчна обработка в най-близките реки и при напояване са замърсявали селскостопанските площи и растенията върху тях. По-късно се препоръчва в замърсените с уран води да се отглеждат специални водорасли, които могат да извличат и концентрират урана и да очистват водите, а косвено да предпазят и почвата, от радиоактивно замърсяване.

Разбира се в най-големи мащаби и с най-голяма интензивност е радиоактивното замърсяване на околната среда и почвата след аварията в Чернобил на 26.04.1986 г., Тримайлайлърн – САЩ - 1976 година; Япония Фукушима 2011 г. и други ядрени аварии и катастрофи [2, 3, 10].

Естествени източници на замърсяване

В природата съществуват много минерални вещества, дори растения и животни, които притежават естествена радиация. Проучванията показват, че естествената радиация има различна интензивност и зависи от състава на основните скали върху които се намира дадена територия. В същото време в света и у нас има територии с висок естествен радиационен фон, обитавани от население без видими признаци на негативно радиационно въздействие. Тези територии са рискови за обитаване от човека по простата причина, че и най-малката радиация провокирана от

човешка дейност, може да повиши радиацията над пределно допустимите концентрации. Такъв феномен се наблюдава в близост до разработените урановите находища, мините с добив на радиоактивни полезни Висок естествен радиационен фон имат и някои от минералните извори в България. Съгласно съществуващите нормативни документи те трябва да бъдат, каптирани и ограничаване свободното изтичане на водата и използването ѝ за поливане. Приложението на тези води, за медицински цели също трябва да става под строг контрол [4].

Земята, водата, въздухът, растенията и животните съдържат предимно в разсеяно състояние над 40 естествени радиоактивни елементи. Броят на изкуствените радиоактивни елементи е много по-голям. Техните видове и количества се изменят и нарастват, което е свързано с развитието на атомната промишленост, атомните и ядрените експлозии, мирните аспекти на използване на атомната енергия в науката, народното стопанство, медицината и др.

За по-важните естествени радионуклиди, съдържащи се в биосферата и обкръжаващата ни среда, може да се съди по табл. 1. Радиоактивните елементи, съдържащи се в земната кора, може да се разделят на две групи [2]:

1. Елементи на радиоактивни редове, свързани с последователни превръщания;
2. Самостоятелни, несвързани елементи.

Таблица №1. Основни естествени радионуклиди в обкръжаващата среда и организма на човека

Радионуклеиди	T $\frac{1}{2}$	Скали, почви	Въздух	Вода	Човешки организъм
Уран – 238	4,49 X 10 ⁹ години	+			+
Уран – 235	7,13 X 10 ⁸ години	+			
Радий – 226	1602 години	+			+
Радон – 222	3,82 дни		+	+	+
Полоний – 218	3,05 минути		+		+
Олово – 214	26,8 минути		+		+
Бисмут – 214	19,7 минути		+		+
Олово – 210	21 години	+	+	+	+
Бисмут – 210	5,01 дни		+		+
Полоний – 210	138,4 дни	+			
Торий – 232	1,41 X 10 ¹⁰ години	+			+
Радий – 228	5,8 години	+			+
Актиний – 228	6,13 часа	+			+
Тарон – 220	55 секунди		+		+
Олово – 213	10,6 часа	+	+		+
Талий – 208	3,1 минути	+	+		+

Калий – 40	1,26 X 10 години	+		+	+
Въглерод – 14	5730 години	+	+	+	+
Тритий – 3	12,3 години		+	+	+
Рубидий – 87	6,15 X 10 ¹⁰ години			+	
Натрий – 22	2,63 години		+	+	+
Берилий – 7	53,6 дни		+	+	+

Скалите, като източник на радиация

Най-ниско е съдържанието на урана и радия в основните и особено в ултраосновните скали, които имат най-ниска обща радиоактивност. С най-висока радиоактивност, дължаща се на урана и на тория, освен киселите еруптивни скали се отличават и някои утаечни скали шисти и глини. Известна е по-високата радиоактивност на фосватните минерали, някои въглища и битуми. Уранът и торият, макар и да се срещат предимно в разсеяно състояние, понякога се срещат и като минерали [5]. И двата елемента се концентрират главно в повърхностните слоеве на земната кора.

Таблица №2. Съдържание на уран, торий и радий в скалите, в %

Скали и почви	Ra	U	Th	Th:U
Ултраосновни	1,0 X 10 ⁻¹²	3,0 X 10 ⁻⁶	6,0 X 10 ⁻⁴	1,7
Основни	2,7 X 10 ⁻¹¹	8,0 X 10 ⁻⁵	3,0 X 10 ⁻⁴	4
Средни	6,0 X 10 ⁻¹¹	1,8 X 10 ⁻⁴	7,0 X 10 ⁻⁴	4
Кисели	1,2 X 10 ⁻¹⁰	3,5 X 10 ⁻⁴	1,8 X 10 ⁻³	5
Утаечни (шисти и глини)	1,0 X 10 ⁻¹⁰	3,2 X 10 ⁻⁴	1,1 X 10 ⁻³	4

Атмосферата, като източник на радиация

След откриване на радиоактивността през първите години на столетието учените са смятали, че източник на радиоактивното лъчение в атмосферата са само земята и скалите. Много скоро обаче са забелязани, че с увеличаване на надморската височина (при опити с балони) се увеличават радиоактивните лъчения, които се дължат на космическото лъчение. По-късно е било установено, че космическата радиация е от два компонента: първична радиация – от галактичен произход, проникваща в атмосферата, и вторична космическа радиация – произлязла от реакцията на космическите лъчи с ядрата на елементите във въздуха, космическия прах, който се отлага върху планетата и др. Тази активност идва главно от леки радионуклиди, каквито са: берилий, натрий, алуминий, ванадий и др. Космическите лъчи, които достигат до земната повърхност, могат да създадат радиоизотопи, но радиоактивността им в сравнение с другите радионуклиди с естествен произход е изключително ниска и няма особено значение [12].

Хидросферата, като източник на радиация

Химичният състав на водите на реките и моретата зависи в най-голяма степен от вида и състава на скалите от водосборните има басейни. Радиоактивните елементи, съдържащи се в хидросферата, също произхождат предимно от литосферата. Чрез транспорта на разтворени или твърди частици от сушата и от вулканични изригвания те се отлагат в моретата и океаните. По-ограничено е постъпването на радиоелементи от атмосферата – чрез валежи или космическо излъчвания.

За средното съдържание на основните естествени радиоактивни елементи в морската вода и повърхностните утайки. От нея се вижда, че е най-високо съдържанието на калий-40, рубидий-87, уран-238, торий-232, като това на калия е с 2-4 порядъка по високо от съдържанието на останалите споменати елементи и многократно по-високо от другите елементи, посочени в таблицата. Докато на калий-40 се дължи около 11 Bq/l, на рубидий-87 и на урана се падат около 0,11 и 11 Bq/l от общата радиоактивност на океана.

Естествен радиационен фон

Естествения радиоактивен фон, при който живеят хората, се изгражда от радиоактивността на разгледаните по-горе компоненти на природната среда. Известно отражение върху него дават и сградите, и производствените условия [8]. Тук не става дума за предприятията, в които се работи с радиоактивни материали, лъчения, или се произвеждат такива, като се използва атомната енергия и други, които съставят изкуствения радиоактивен фон. За естествения радиоактивен фон освен калия, урана, радия и тория и техните дъщерни продукти има значение радонът и торонът. Дълго време на последните не се е отдавало значение при оценка на облъчването на човека, тъй като те са краткоживущи алфа-излъчватели, инертни газове, които не се включват в обмяна на живите организми, но постоянното им присъствие в обкръжаващия въздух води до облъчване на трахеята и алвеолите. Установено е, че относителното им участие в облъчването на човека е значително (фиг. 1).

Средната ефективна доза на облъчване на жител на планетата е 2000 Sv на година. Жителите в отделни райони, градове, страни обаче имат съществени различия по консумираната от тях доза на облъчване. Например жителите на гр. Гуарапара в Бразилия ежечасно получават 26 пъти по-голяма доза радиация от тези на европейца, или за всеки час на плажа на този град посетителят получава 250 пъти повече облъчване от торий, радон и дъщерни продукти, отколкото в Неапол или Черно море



Фиг. 1. Относително участие на различни съставни части на естествения радиоактивен фон при облъчване на населението [3]

Радиоактивно замърсяване при аварии в АЕЦ

В атомните електроцентрали, ядрените реактори всички радиоактивни вещества са в затворени системи и могат да бъдат изхвърлени навън само при аварии. При реакторите с водно охлаждане водата се активира и замърсява с радиоактивни вещества, но преди изхвърлянето тя се подлага на сложно пречистване и се прекарва през колони йонити за задържане на радиоактивните замърсители. Независимо от най-строгите мерки за безопасност при експлоатацията на ядрените реактори през вентили, помпи и други се допуска понякога изтичане на замърсени води и въздух. Съвсем естествено е, че най-опасни, от гледна точка на радиоактивно замърсяване са аварийните ситуации [6].

Най-голямата авария в АЕЦ е тази в Чернобил, Украйна. На 26 април 1986 г. авария претърпява 4-ти блок на Чернобилската АЕЦ, което довежда до тежки последици за страната и съседните и почти всички европейски държави.

Последици за околната среда от аварията в атомните централи

Аварията в Чернобилската атомна електроцентрала провокира изменение на радиоактивността на въздуха, водите, почвите, растителната и животинската продукция и др. в значителна част от територията на Съветския съюз и редица други страни на запад и югозапад от него. Радиоактивното замърсяване е регистрирано и в редица други страни от Централна и Северозападна Европа.

На 26 април 1986 г. човечеството бе изправено пред ядрения апокалипсис-авария претърпява 4-ти блок на Чернобилската АЕЦ, което довежда до тежки последици за страната: пряко загиват 31 души, здравето на много хора е разрушено и е замърсена територия около 1000 кв.км. в съседство с централата. Големи площи селскостопански земи са изоставени, спряна е работата на предприятия и строежи, от 30-километровата зона са изселени няколко десетки хиляди души.

Аварията в Чернобилската атомна електроцентрала стана причина за изменение на радиоактивността на въздуха, водите, почвите, растителната и животинската продукция и др. в значителна част от територията на Русия и редица други европейски страни на запад и югозапад от него. Радиоактивното замърсяване от Чернобил бе регистрирано и в редица други страни от Централна и Северозападна Европа, включително и у нас..

Последвалите проучвания показват, че пряко или косвено от радиацията са засегнати над 480 милиона човека.

Влияние върху човека

Вътрешното облъчване на човешкото тяло се дължи на радионуклиди, които са попаднали в него (инкорпорирани). Инкорпорирането може да стане по няколко начина, от които за целите на радиоекологията на човека са най-съществени два:

- поглъщане през устата с храни или вода (перорално инкорпориране);
- вдишване на радиоактивни газове и аерозоли (инхалаторно инкорпориране).

Попаданалите в организма на човека радионуклиди се разпределят в различните органи, тъкани и системи, те. Имат сложна кинетика, която зависи от характера на обменните процеси. Някои радионуклиди имат селективно натрупване, като например йод в щитовидната жлеза, радий и стронций - в костите; други се разпределят по-равномерно, като например цезий и калий в мускулната тъкан и т.н.

В даден момент в организма има определена активност A [Bq], която е разпределена на масата на тялото m [kg], определя специфичната активност C [Bq/kg]. Но C се мени с времето не само в тялото като цяло, но и в отделните органи и тъкани. Това се дължи на факта, че радионуклидът се разпределя в тялото (особено в началните етапи след постъпването), но дори и да се разглежда като цяло, C се мени поради това, че дадения радионуклид се разпада с физичен период на полуразпадане T_f , но същевременно той се извежда от тялото по силата на това, че е химичен елемент, който участва в обменните процеси. Това извеждане е чисто биологичен процес и се характеризира с т.нар. биологичен период на полуизвеждане T_b .

Разпределението в тялото зависи от начина на постъпване на радионуклида. Така например, при поглъщане на плутоний-239, в тялото се задържа само около 0,003%, докато при инхалиране задържаната част е 25%. Вижда се и сложното разпределение по различни органи на тялото. Тези органи, в които отива и се натрупва съответния радионуклид се наричат критични органи.

Радиоактивните изотопи на който да е химичен елемент, при попадане в организма, участват в обмена на веществата по същия начин,

както и стабилните изотопи на дадения елемент. Биологичното действие на радиоактивните изотопи се определя от параметрите на йонизиращите лъчения, които те излъчват [4].

Радиотоксичност се нарича свойството на радионуклидите да предизвикват различни по степен патологични изменения при попадането им в организма на човека. Чистата радиотоксичност не може да се отдели от химическата токсичност на дадения химичен елемент и съединение, и типичен пример в това отношение е уранът, който спада към т.нар. тежки метали.

Токсичното действие на радионуклидите, попаднали в организма на човека, се определя от разтворимостта и резорбцията на съединенията, в които се намират;

- начинът на инкорпориране;
- характерът на разпределение в органите и тъканите;
- скоростите на въвеждане и извеждане от организма;
- физичните характеристики на изпускащите йонизиращи лъчения: вид на лъчението, енергия и т.н.;
- възрастта на лицето, в което е попаднал радионуклида и други индивидуални особености.

В резултат на облъчване на човека с големи дози някои симптоми, показващи промени в нормалната физиология, могат да се проявят след дни, часове или минути. От друга страна, организмът може да реагира на облъчването с клинични прояви след години или десетилетия

Ползвана литература:

1. Димитров Б., Проблеми и перспективи на обучението в областта на ЯХБЗ в НВУ „Васил Левски“, Годишник на НВУ „Васил Левски“ част 1, 2019 година, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски“ В.Търново, ISBN 1312-6148, стр. 235-243;
2. Долчинков Н. Действия на населението при извънредни ситуации. Монография, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски“. ISBN 978-954-753-306-6.
3. Долчинков Н., Оптимизация уведомления населения в случае радиоактивного загрязнения, LAP LAMBERT Academic Publishing RU, ISBN 978-613-9-45350-4, Mauritius, 2019.
4. Зайцев А. П. Защита населения в чрезвычайных ситуациях, Москва, 1999;
5. Маринченко А. В. Безопасность жизнедеятельности, Дашков и Ко, Москва, 2015 г.;
6. Николов, Н. Х. Определяне класа на токсичност на промишлени отпадъци. Сборник доклади от университетска научна конференция 28-29 май 2020 г., том 5, стр. 176 (5стр). ISSN 1314-1937.

7. Николов Н. Влиянието на оръжията за масово унищожение върху факторите на средата за сигурност, Сборник доклади от научна конференция „Актуални проблеми на сигурността“, НВУ „Васил Левски“ Велико Търново, 25-26 октомври 2018г., том5, стр.86, (8стр) ISSN 2367-7465;

8. Свитнев И. В. Безопасность жизнедеятельности, Москва, 2019;

9. Харалампиев М., Долчинков Н., Контролът на радиоактивното замърсяване – важен фактор за ядрената сигурност на България, Годишна университетска конференция на НВУ „В. Левски“- гр. В. Търново – юли 2014 г. ISBN 1314-1937 т.4 стр.164-175;

10. Dolchinkov, N., B. Karaivanova-Dolchinkova, Radiation effect on human and living nature. International scientific journal: Science. Business. Society 5. 2016. стр. 59-61;

11. Dolchinkov, N., State of the population disclosure systems in the changing radiation situation in Bulgaria, 12th International Scientific and Practical conference Environment. Technology. Resources. ISBN 1691-5402, Vol 1, 20-22.06.2019 г. Резекне, Латвия, стр. 54-58;

12. Dolchinkov, N., N. Nichev, Characteristics of radiation. Revista. Sibiu. Rumania. no.2 (82). 2016, стр. 184-189;

13. Padarev, N.I., Best practices in CBRN waste management in military operations. Security and future, ISSUE 3/2018, Sofia, 2018, pp 130-134.

14. Padarev, N.I., Analysis of the Relation Between Climate Changes and Security Area, International Conference Knowledge-Based Organization, Vol. XXIV. Conference proceedings 3, Applied technical Sciences and Military Technologies, Sibiu, Rom., 2018, pp 169-173.

Адрес за кореспонденция:

Серж. курсант Явор Тодоров Стайков: НВУ „Васил Левски“, Велико Търново, България;; E-mail: yavor435@gmail.com

СЪЗДАВАНЕ НА ПАРНАТА МАШИНА. РАЗВИТИЕ И ПРИЛОЖЕНИЕ

Джесика Панова

CREATION OF THE STEAM MACHINE. DEVELOPMENT AND APPLICATION

Jessica Panova

Abstract: *The idea for the steam engine came from Heron of Alexandria. His machine was a sphere placed above a cauldron connected to it by two pipes. Final improvements in the steam engine were made in 1769 by James Watt, one of the best specialists in steam-atmospheric engines. A steam engine is a type of external combustion engine that uses the heat energy available in water vapor, converting it into mechanical work. The different types of steam engines have undergone many changes over the years and technology has constantly allowed these changes to develop in a remarkable way.*

Key words: *application, development, James Watt, steam machine, work*

Увод

Идеята за парна машина идва от Херон от Александрия. Неговата машина представлявала една сфера, поставена над котел, свързана към него чрез две тръби. Така парата минава през тези тръби, докато стигне сферата, и излиза през други две тръби, които се намират в противоположните краища на сферата. Така парата предизвиква достатъчна сила, за да завърти сферата. Херон нямал планове да я използва за практически нужди. Той гледал на нея като на начин да демонстрира силата, която възниква при увеличаването на обема на водата, когато тя се изпарява. По-късно подобни на нея машини били използвани да поддържат въртенето на шишове при готвенето, докато огънят подгривал парния котел. Но не е известно дали по времето на Херон някой е използвал двигателя за практически нужди.



Фигура 1. Парна машина на Херон от Александрия.

За първооткривател на принципната работа на парата може да се счита френският учен Дени Папен. Той живял от 1647 до 1712. Роден е в Шитине край град Блуа. През 1680 изследвайки разширяването на водата при изпаряването и, му дошло на ум, че тази сила може да върши някаква работа, примерно да повдига бутало [1]. Той построил собствена конструкция на парна машина представляваща цилиндър с лост, който се издига под действието на парата, а после се спуска под атмосферното налягане след сгъстяването на отработената пара. Така той изобретил парния котел с предпазен клапан и зависимостта на точката на кипене на водата от налягането. Дени Папен обаче бил учен и не се интересувал от практическото приложение на машината си.

Следващата стъпка направил осемнайсет години по късно английският инженер Томас Севери. Той успял на приложи идеята на Папен в промишлеността. Тя била огромна и служела за изпомпване на вода от големи дълбочини. Този тип двигатели били наречени пароатмосферни заради силата на парата и налягането на атмосферата. Тя имала недостатъка от висок риск от експлозия на парата, но все пак намерила приложение в мините и помпените станции. Машината получила голямо разпространение като била използвана широко в минната индустрия за отводняване на шахтите или в дворците на европейските владетели, за да захранва фонтаните с вода. Въпреки че Севери патентовал машината си тя била вкарана в серийно производство от двама английски ковачи Томъс Ньюкомън и Джон Коули.

Първата парна машина с търговски успех се появява около 1712 г. Изработена е от Томас Ньюкомен въз основа на опита на Сейвъри и Папен. Машината на Ньюкомен била доста неефективна и се ползвала най-често за изпомпване на вода. Принципът ѝ на работа е създаване на частичен вакуум чрез кондензиране на парата в специален цилиндър. Тази машина също е използвана основно в мините за отвеждане на водата от голяма дълбочина.

Окончателни усъвършенствания в парната машина били направени през 1769 г. от Джеймс Уат, един от най-добрите специалисти по пареоатмосферни машини. Той отлично разбирал кои са недостатъците на тези машини. В непрестанните си опити да ги усъвършенства Уат успял да създаде нов тип двигател, първата в света универсална парна машина. Това било първото техническо устройство което можело да превръща силата на парата в механична енергия. Уат няма специално образование и работел като майстор в работилницата към Глазгоуския университет. Пътят му към световната слава започва с изпълнението на съвсем обикновена задача – ремонт на машина на Ньюкомен. Той установява, че принципът, върху който е създаден моделът на Ньюкомен, е погрешен. Тъй като парата е еластично тяло, разсъждава Уат, ако между цилиндъра и изпускателното устройство има връзка, парата ще проникне там. Именно там тя ще може да се кондензира, без да се охлажда цилиндърът. Така се ражда идеята за най-важния елемент на парната машина – отделен от работния цилиндър топлообменник, или „кондензатор“. Джеймс Уат я патентовал през 1774. Така започнала промишлената революция. Благодарение на икономичността си парната машина на Джеймс Уат получава широко разпространение и изиграва огромна роля за прехода към машинно производство. Машината на Уат използва 75% по-малко въглища за загряване на водата от тази на Ньюкомен и затова е по-евтина за експлоатация. Уат продължава да доусъвършенства машината, като добавя възможност за въртливо движение, което е подходящо за задвижване на фабрични машини. Това отваря възможност фабриките да не са непременно разположени в близост до реки, и ускорява индустриалната революция [3]. Тази революция естествено имала нужда и от по-добър транспорт. Още в лиценза на Уат се казвало, че машината му може да се използва да движи различни превозни средства. Той обаче никога не пристъпил към реализация на тази идея, нещо повече той всякакси се стремил тя да остане само в стационарен вариант и да не се експериментира с нея за привеждане в движение на транспортни средства.



Фигура 2. Парна машина по патент на Джеймс Уат.

Ранните машини на Ньюкомен и Уат са наречени „атмосферни“, защото важна роля в генерирането на движение играе частичният вакуум, генериран от кондензиращата се пара – противоположно на налягането на разширяващата се пара. Използваният цилиндър трябвало да е с големи размери, тъй като върху него упражнява действие единствено атмосферното налягане. Парата се използва само за компенсиране на това налягане при връщането на буталото в начална позиция.

Парният цикъл (цикъл на Ранкин) е фундаменталният термодинамичен процес, обясняващ действието на парната машина. Този термодинамичен цикъл превръща топлината в работа. Топлината се доставя от външен източник в затворен обем, в който в случая на парната машина, циркулира вода и пара. Наречен е на името на Уилям Ранкин, шотландски физик, инженер и енциклопедист. Цикълът на Ранкин е модифициран цикъл на Карно за топлосиловата машина, в случая – паросилова.

В случая с наситена пара, изотермичният процес на парообразуване, разширяване и кондензиране в паровата турбина, протичат както при цикъла на Карно. Разликата е в предните процеси - в процеса на кондензация се образува пара с налягане и температура, по-ниски от тези на парата в котела. Кондензатът се подава под налягане в котела чрез питателни помпи, при което на практика температурата не се променя. В цикъла на Ранкин има още един процес - на подгриване на водата. Процесът протича в тръбен топлообменник, където пещните газове от котела загряват водата.

Принцип на действие

Парната машина е вид двигател с външно горене, който използва топлинната енергия, налична във водната пара, преобразувайки я в механична работа [2, 7]. Различните типове парни машини през годините са претърпели много промени и непрекъснато технологията е позволила тези промени да се развият по забележителен начин. Парните машини са с просто или двойно действие в зависимост от това дали парата действа на буталото само от едната или от двете му страни. В зависимост от броя на цилиндрите те са, двуцилиндрови и многоцилиндрови; в зависимост от разположението – вертикални, хоризонтални, наклонени и т.н. Парният двигател се състои от котел, който се използва за кипене на вода и производство на пара. Парата разширява и избутва бутало или турбина, чието движение върши работата по завъртане на колелата или задвижване на други машини.

Буталните машини използват пара под налягане. Чрез бутала с двойно действие, парата под налягане навлиза алтернативно от всяка страна, а от другата се освобождава или изпраща към кондензатор. Енергията се абсорбира от запечатан плъзгащ се прът срещу изпускането на пара [1, 6]. Този прът, от своя страна, задвижва свързващата пръчка, свързана с манивелата, за да преобразува възвратно-постъпателното движение в ротационно движение. В допълнение, друга манивела се използва за задвижване на вентилното съоръжение, обикновено чрез механизъм, който позволява обръщане на въртящото движение. Когато се използва двойка бутала с двойно действие, напредването на манивелата се компенсира с 90 градуса. Това гарантира, че двигателят винаги ще работи, независимо от положението на колянвия вал.

Друг тип парогенератор използва няколко цилиндъра с едно действие, които увеличават неговия диаметър и прогресивно движение. Парата с високо налягане от котела се използва за задвижване на първото бутало с по-малък диаметър надолу. При движение нагоре частично раздутата пара се задвижва във втори цилиндър, който започва да се движи надолу. Това генерира допълнително разширение на относително високото налягане, отделено в първата камера. Също така междинната камера се освобождава в крайната камера, която от своя страна се освобождава в кондензатор. Модификацията на този тип двигатели включва две по-малки бутала в последната камера. Развитието на този тип двигатели е важно за неговото използване в съдове за пара, тъй като кондензаторът, когато възстановява малко енергия, превръща парата във вода за повторна употреба в котела.

Компоненти на парната машина

Има два основни компонента на една парна машина: парогенератор и самата парна машина. Първият компонент е източник на топлина.

Топлината е необходима за загряване на водата и получаването на пара, може да бъде от различни източници, най-често от изгарянето на изкопаеми горива при подаването на въздух в затворена горивна камера. В някои случаи източникът на топлина е ядрен реактор, геотермална енергия, слънчева енергия или отпадна енергия от двигател с вътрешно горене или от индустриален процес.

Има два основни начина за предаване на топлината към водата, която се използва за пара. Водата преминава през една или повече тръби, обиколени от горещите горивни газове - водотръбен котел. При водотръбния котел повърхността на нагряване се състои от нагревателни тръби, вътре в които се движи топлоносителя. Теплообмена се осъществява посредством нагряването на нагревателните тръби от горещите продукти на изгарящото гориво. Делят се на два основни вида: проточни и барабанни водотръбни котли. По конструкция са противоположност на газотръбния котел. Когато водата се намира в съд, вътре в който се намират тръби, през които преминават горещите горивни газове, това е газотръбен котел. При газотръбен котел нагряващата повърхност се състои от тръби с малък диаметър, в които се движат горещите продукти от изгарянето на гориво. Теплообменът се извършва посредством нагряване на топлоносителя, който се намира отвън на тръбите. След като превърнат водата в пара, голяма част от парогенераторите я загряват още повече до състояние на прегрята пара. Това предотвратява кондензирането на парата в самата парна машина и осигурява много по-голяма ефективност на работа.

Всички парни машини имат на изхода си голямо количество отпадна топлина под формата на пара с ниска температура [1]. Тази пара трябва да се охлади, като най-простият начин е да се изпусне парата в атмосферата. Така се прави при парните локомотиви. Понякога парата може да се използва за отоплителни нужди, например в жилищни сгради близо до ТЕЦ, и по този начин се подобрява общата ефективност на инсталациите. Там, където това не може да се направи, се използват различни охладители с използването на вода от океани, реки, езера и други. Много често за целта се използват водоохладителни кули, при които водата се изпарява, като по този начин се охлажда останалата част и се връща чрез помпа обратно в парогенератора. Това са така наречени мокър тип охладителни кули. Съществуват и сух тип от затворен вид, при който разходът на вода е минимален и се използва при места, които нямат достатъчно водни източници. Изпарителните водоохладителни кули също се нуждаят от много по-малко вода, отколкото охлаждането с външен източник на охлаждаща вода.

Повечето парни машини притежават водни помпи за рециклиране на водата или допълване на вода в котела на машината, така че те да могат да

работят непрекъснато. Индустриалните парни машини използват многостепенни центробежни помпи. За подаване на вода в котли с ниско налягане се използва инжектор, който използва пара от котела. Те се използват основно в парните локомотиви.

Центробежният регулатор е специфичен вид регулатор със система за обратна връзка, който управлява скоростта на машината чрез регулиране на количеството на гориво или работен флуид (пара), като по този начин се поддържа почти константна скорост. Тази скорост не зависи от натоварването на машината или от количеството на подаваната енергия преди този регулатор. Така например скоростта не зависи от налягането на парата от парогенератора. Той използва принципа на пропорционалното регулиране. Изобретен е от Джеймс Уат през 1788 г., за да регулира неговата парна машина, като управлява парата на входа на цилиндрите [4].

Приложения

Парните машини са били използвани за задвижване на помпи, локомотиви, кораби и трактори, като същевременно са съществени за индустриалната революция. В момента те се използват за производство на електроенергия с помощта на парни турбини. Парните машини могат да се класифицират според приложението си като стационарни и транспортни. Стационарните парни машини са два типа:

Машини с променлив режим, които трябва да спират често и да променят посоката на въртене. Такива са прокатните станове за метал, парни лебедки и други подобни устройства.

Силови машини, които рядко спират работа и не трябва да променят посоката на въртене. Такива са енергийните двигатели на топлоцентралите, а също така промишлените двигатели, използвани в заводи и фабрики.

Транспортните парни машини са параход, парен автомобил, парен локомотив, парен трактор, парен валяк, също и опити за самолет с парен двигател.

Индустриалната революция

Парната машина се сочи често като най-важното техническо нововъведение на Индустриалната революция. От атмосферната машина на англичанина Томас Ньюкомен от 1712 г., до постепенните усъвършенствания на шотландеца Джеймс Уат парната машина постепенно намира приложение като задвижваща сила в много отрасли, не само във въгледобива, където първите машини се използват за отводняване на дълбоки шахти. Фабриците, които дотогава работят с водни колела, получават възможност да станат независими от източника на вода и вече могат да се строят навсякъде.

През 1775 Уат заедно с Матю Болтън създават компанията за парни машини Boulton & Watt [2]. Тази компания се превръща в един от най-

важните бизнеси на епохата и служи като модел за внедряване на иновации. Партньорите решават изникналите технически проблеми съвместно и успяват да увеличат ефективността на машината около 5 пъти, като по този начин се реализира 75% икономия на въглища. През 1795 Болтън и Уат отварят фабриката Soho Foundry за производство на парни машини и в началото са монополисти в тази сфера. Към 1800 г. те са построили 496 парни машини, като 164 са предназначени за изпомпване, 24 обслужват доменни пещи и 308 задвижват машини във фабрики, като повечето машини генерират мощност между 5 и 10 конски сили.

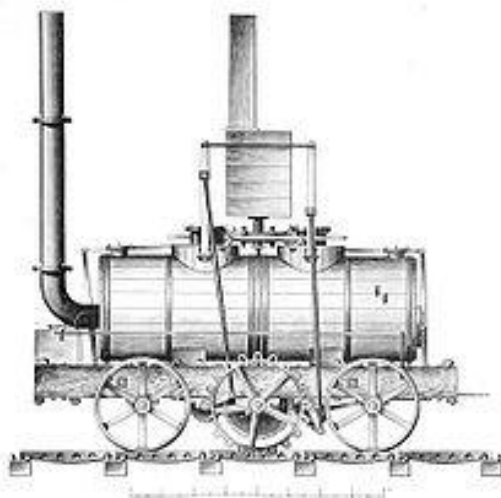
Транспортни машини

Първата машина задвижвана все още от пареоатмосферен двигател била самодвижещата се колесница на френския учен Никола-Жозеф Куно. Тя била изработена по поръчка на френската армия и потеглила за пръв път на 2 юли 1771. Именно тази машина се счита за предшественик на автомобила, но освен това тя била и първото транспортно средство движено не от мускулна сила. Тежаща 5 тона и движеща се с 4 км/ч и трудно управляема тя била просто опитна конструкция неприложима в живота [4]. Въпреки това тя била началото на съвременния транспорт и показала нагледно, че е възможно да се изработи такъв тип машина.

Имало и други, които искали да направят подобно нещо. Един от тях бил Уилям Мърдок работещ във фабриката на Уат. През лятото на 1786 машината била готова. Тя била опитна конструкция и на триколесната платформа нямало нищо друго освен парния двигател. Развивайки добрата скорост от 13 км/ч тя показала, че подобни конструкции са напълно изпълними. По нататък в проучванията си обаче Мърдок не продължил. Тези машини обаче могат да се възприемат по скоро за предшественици на автомобила, не толкова на влака, за да стигнем до него трябва да обърнем внимание на нещо жизнено важно за него – релсите. Не е известно кога за пръв път релсите са започнали да се използват, това което е сигурно е че през XV век в мините на Англия и Германия вече се използвали дървени релси за по лесно придвижване на пълните с руда колички.

Следващият изобретател който помогнал много за развитието на транспорта бил ученикът на Мърдок-Ричард Тревитик. Той бил човек на силните усещания и в опитите си да изстиска максимума от парните машини увеличавал налягането до огромни стойности, макар и с риск котелът да избухне и да го убие. Той също изработил своя парна кола. Тя била построена през 1801 и също била опитна конструкция. Някакъв успех можело и да се постигне но с неразумността си и жажда за успехи Тревитик вдигнал налягането много повече от допустимото и котелът избухнал. По някаква щастлива случайност Тревитик оцелял при взрива. През 1804 Тревитик изработил първия локомотив в историята наречен „Инквита”. За изненада на всички той се оказал на висота и превозвал пет

вагона със седемдесет души и 10 вагона с товар на разстояние от 16 км за около четири часа. В крайна сметка локомотива изпочупил дървените релси и накрая се експлоатиран като стационарна парна машина.

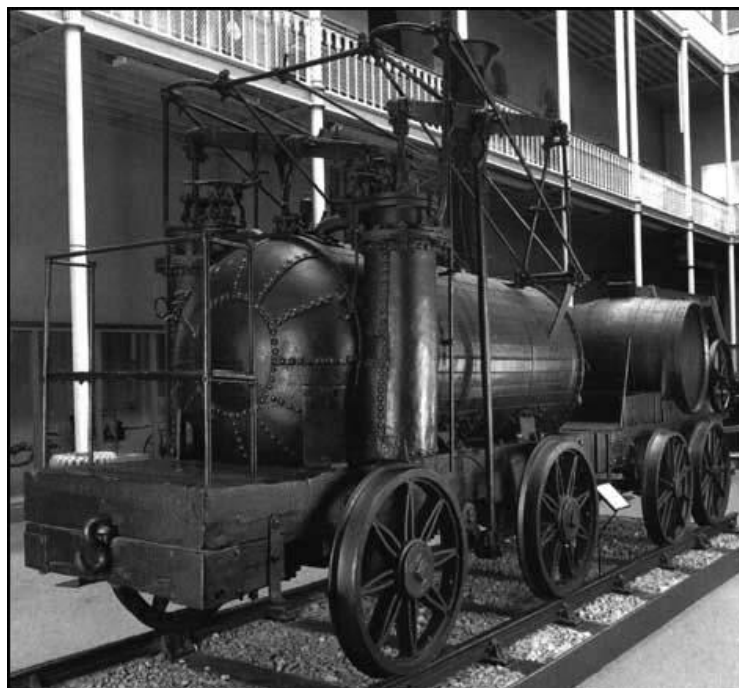


Фигура 3. Парния локомотив на Тревитик

Тук в историята се намесва Робърт Стивънсън наричан „баща на локомотивите”.

Той започнал кариерата си през 1814 г., когато построил първият си локомотив „Блюхер”. Той обаче не блестял с особени качества и не получил развитие [3]. През следващите години Стивансън изпробвал още няколко варианта на локомотиви.

През 1821 английският парламент решил да бъде прокарана железопътна линия между градовете Дарлингтън и Стоктън – оживени промишлени и търговски центрове. Тогава Стивънсън предложил композициите да не се теглят от коне както дотогава, а от парни машини. Отговори ли му, че няма да помогнат, но ако той приведе в експлоатация локомотив, собствена конструкция, няма да са против. Въодушевения Стивънсън заедно със своя съдружник от Нюкясъл побързали да построят завод за производство на локомотиви. През 1824 бил готов и първият локомотив наречен „локомошън” от когото получили името си този тип машини [5]. Той започнал своята експлоатация на 27 септември 1825 като влачел след себе си 34 вагона, от които 12 натоварени с въглища и брашно, а останалите превозващи пътници. В парламента посрещнали възторжено този успех и упълномощили Стивънсън да построи железопътна линия между Манчестър и Ливърпул която да ползва локомотиви.



Фигура 4. Парен локомотив от 1824 г.

Още през 1704 г. Дени Папен построява първия малък кораб, който се задвижва с пара. Въпреки това откритие, основно по технологични и икономични причини, епохата на платното продължава още век – век и половина. Параходи започват да се строят масово в първата половина на XIX век и постепенно изместват доминиращите дотогава ветроходи. Парата на свой ред доминира като основен начин за задвижване на корабите до средата на XX век, когато параходите биват постепенно изместени от моторните кораби.

Първите валяци са задвижвани от коне. Парните машини изместват коня през XIX век [6]. В някои страни тяхната употреба продължава до 1950 година, а в отделни случаи дори до 70-те години на XX век. През XX век поради по-добрите показатели и по-лесната експлоатация се използват двигатели с вътрешно горене.

Има много опити за създаване на самолет, задвижван с парна машина. През 1933 г. той е разработен върху стандартен самолет. Използван е практически, като се отбелязва едно от предимствата му. Той е много по-безшумен от самолетите с двигатели с вътрешно горене.

Съвременно приложение

Пароцентралата е електроцентрала, използваща повишеното налягане и топлината на водната пара за сметка на изгаряне на гориво. Водата се затопля и се превръща в пара под високо налягане, която върти турбините, които завъртат електрогенераторите, които на свой ред произвеждат електроенергия. Почти всички ТЕЦ-и АЕЦ- работят на този

принцип. „Пароцентрала” и „ТЕЦ”, често се използват като синоними, но в най-тясното си значение ТЕЦ-ът е просто вид пароцентрала, който произвежда и топла вода за градско отопление.

Много пароцентрали на база изкопаемо гориво, особено тези в населени места, всъщност са „централи с комбинирано производство на електрическа и топлинна енергия“. Този вид когенерационни електроцентрали са по-ефективни, тъй като използват отпадъчната топлинна енергия от производството на ток за отопляване на околните местности. През подземни топлопроводи може да се снабдява топлинна енергия в радиус от няколко километра. Количеството пара изхвърлено от охладителните кули на когенерационни централи е много по-малко, отколкото на други видове пароцентрали, тъй като голяма част от топлинната енергия се оползотворява.

Предимства и недостатъци

Основното предимство на парните машини е това, че могат да използват практически всякакви източници на топлина за преобразуването ѝ в механична работа [7]. Това ги отличава от двигателите с вътрешно горене, при които всеки тип двигател се нуждае от точно определено гориво. Предимството се забелязва преди всичко при използването на ядрена енергия, тъй като ядреният реактор не може да генерира механична енергия, а произвежда топлина, която се използва за получаване на пара и задвижване на парни машини. Освен това има и други източници на топлина, които не могат да се използват в двигателите с външно горене, като например слънчевата енергия.

Парните локомотиви са значително по-леки от дизелните и електрическите, което е голямо предимство при планинските железопътни линии. Особеност на парните машини е липсата на трансмисии. Парните локомотиви се представят добре на голяма надморска височина, тъй като ефективността на работа не спада при ниско атмосферно налягане. И до днес те се използват в планинските райони на Латинска Америка, въпреки че в равнините отдавна са отстъпили място на по-съвременни локомотиви. В Швейцария изключително добре развитата железопътна мрежа включва и използването на парни локомотиви.

Основният недостатък на парните машини е необходимостта от време за загряването на парогенератора и достигането на работен режим за нормална работа. Друг недостатък, особено в миналото, е наличието на съдове и тръбопроводи с високо налягане и температура на парата, за които трябва да се осигури добра поддръжка и постоянен контрол.

Използвана литература:

1. Биографична енциклопедия „Физици“, 1980 г.;
2. „Енциклопедия А-Я“, Издателство на БАН, София, 1999 г.;

3. https://wikipedia.org/wiki/Парна_машина;
4. <https://chitatel.net/steam-engine>;
5. <https://thpanorama.net/technologa>;
6. Dolchinkov, N., B. Karaivanova-Dolchinkova, Application of Industry 4.0 in military production in Bulgaria, International Conference “Process Management and Scientific Developments”, Birmingham, United Kingdom, February 6, 2020, ISBN 978-5-905695-83-4, p 121-130;
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;

Адрес за кореспонденция:

Джесика Панова: НВУ „Васил Левски“, Велико Търново, България;, E-mail: panovajessica@gmail.com

ИЗПОЛЗВАНЕ НА УЛТРАВИОЛЕТОВА СВЕТЛИНА ЗА БОРБАТА С ВИРУСИТЕ

Мария Славчева

USE OF ULTRAVIOLET LIGHT TO FIGHT VIRUSES

Maria Slavcheva

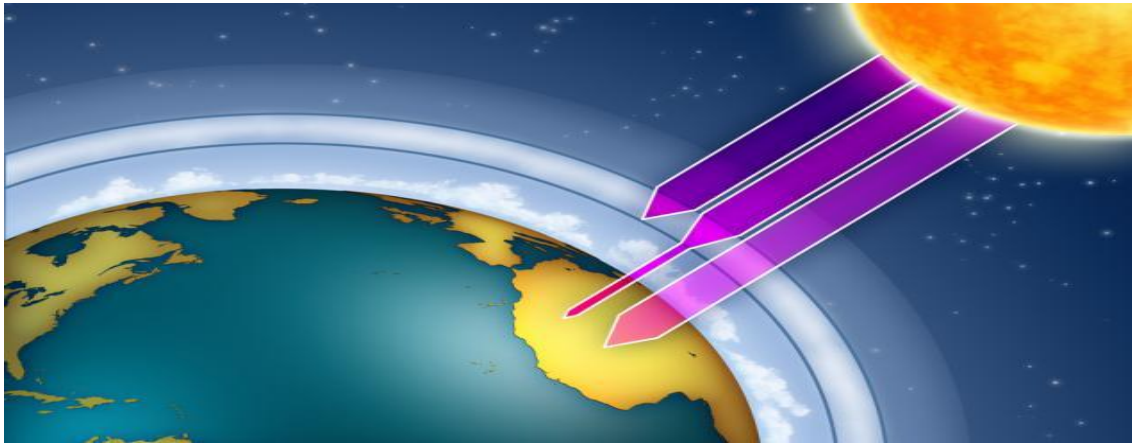
Abstract: *Ultraviolet (UV) rays are electromagnetic radiation with a wavelength less than that of visible light but greater than that of X-rays, between 10 and 400 nm. The sun emits in the ultraviolet spectrum in the UVA, UVB and UVC ranges. UV radiation is always strictly dosed. Dosage determination is called biodosimetry. The disinfecting effect of UVC light was discovered in the late 19th century and gradually found application in various spheres of public life.*

Key words: *fight, light, use, ultraviolet, UVA, UVB and UVC, viruses.*

1. Увод

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 [11]. 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.

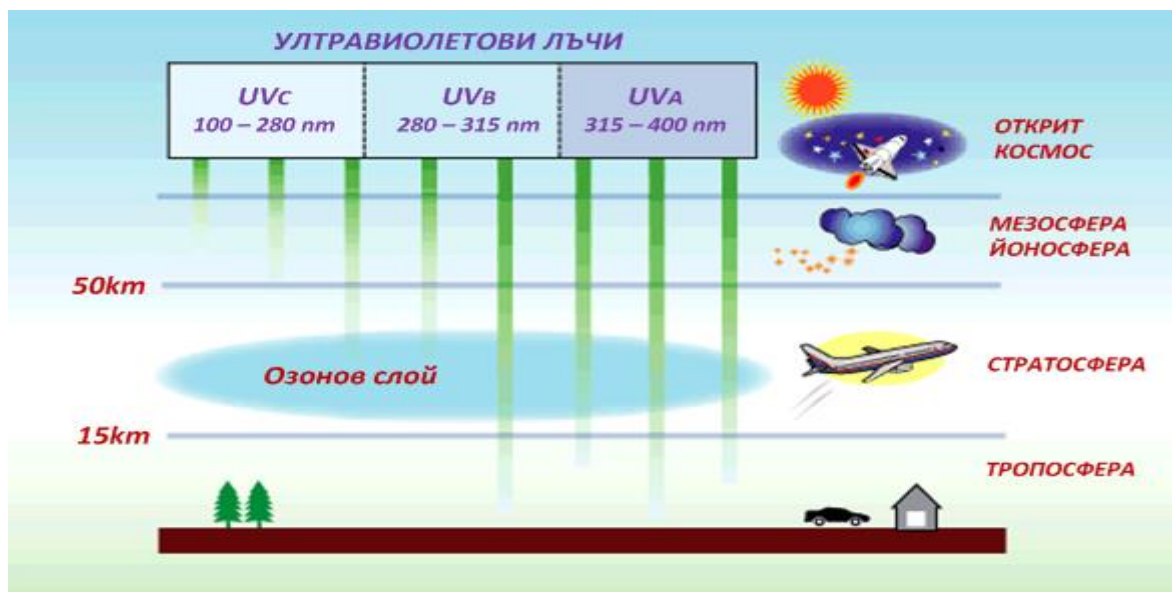
Ултравиолетовото излъчване, се съдържа в спектъра на слънчевата светлина, а в земни условия може да се генерира от електрическите дъги или от предназначени за тази цел лампи. Макар и да е класифицирано, като нейонизиращо излъчване, то може да предизвиква някои химични реакции, а при някои вещества и флуоресценция [1]. 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.



Фиг. 1. Проникване на слънчевата ултравиолетова светлина

2. Откриване

Откриването на ултравиолетовите лъчи е свързано с наблюдението, че сребърните соли, използвани по-късно във фотографията, потъмняват, когато върху тях попадне слънчева светлина. През 1801 г. германският физик Йохан Вилхелм Ритер забелязва, че виолетови лъчи на самата граница на видимия спектър особено ефективно предизвикват потъмняване на хартия, нарисована в сребърен хлорид. 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 [12]. 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.



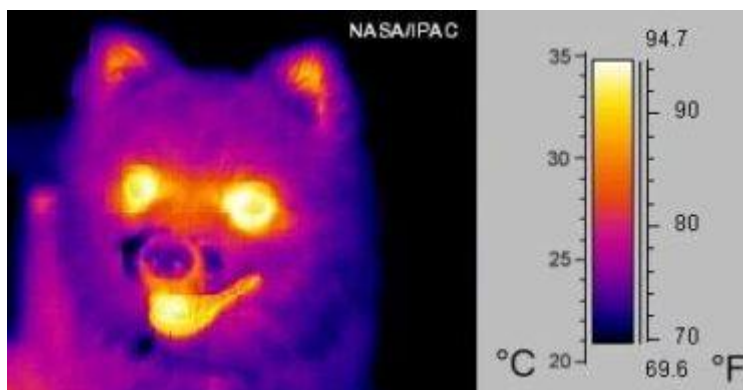
Фиг. 2. Ултравиолетови лъчи

3. Източници на ултравиолетово излъчване

Слънцето излъчва в ултравиолетовия спектър в UVA, UVB и UVC диапазоните, но озоновият слой пропуска в земната атмосфера едва 1 – 3% от това излъчване [4]. UVB и UVC излъчването участва в химичните реакции, довели до образуването на самия озонов 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.

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, 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. По-късно се появяват луминесцентни лампи, при които излъчването на ултравиолетови вълни се постига чрез подбор на луминесциращото вещество. Луминесцентните лампи могат да използват стъкло на Ууд или обикновено стъкло, като във втория случай излъчват повече видима светлина и при работа изглеждат светлосини.

За генериране на ултравиолетово излъчване могат да се използват и светодиоди, макар че те рядко се използват за дължини на вълната под 365 nm [10]. 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.



Фиг. 3. Ултравиолетов образ

4. Поглъщане

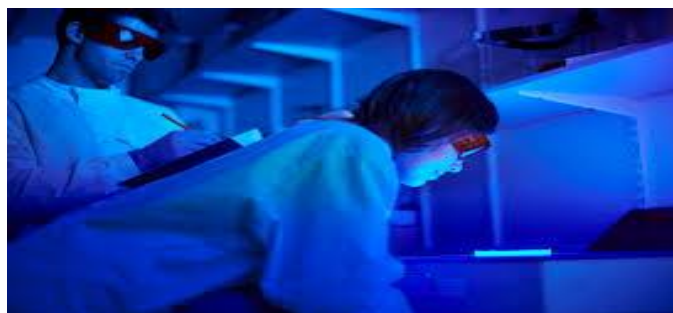
Обикновеното стъкло е полупрозрачно за UVA и непрозрачно за по-късите вълни, докато кварцовото стъкло, в зависимост от качеството, може да бъде прозрачно дори за вакуумните дължини на вълната [6]. През обикновеното прозрачно стъкло преминава около 90 % от светлината над 350 nm, но над 90 % от светлината 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 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.

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 [1]. Тази технология се използва при създаването на телескопи за наблюдение на Слънцето, както и в областта на нанолитографията.

5. Какво е ултравиолетова радиация?

Ултравиолетовата радиация е другото име на ултравиолетова светлина [7]. Това е част от спектъра извън видимия диапазон, точно отвъд видимата част виолетово.



Фиг. 4. Провеждане на експерименти с ултравиолетова светлина

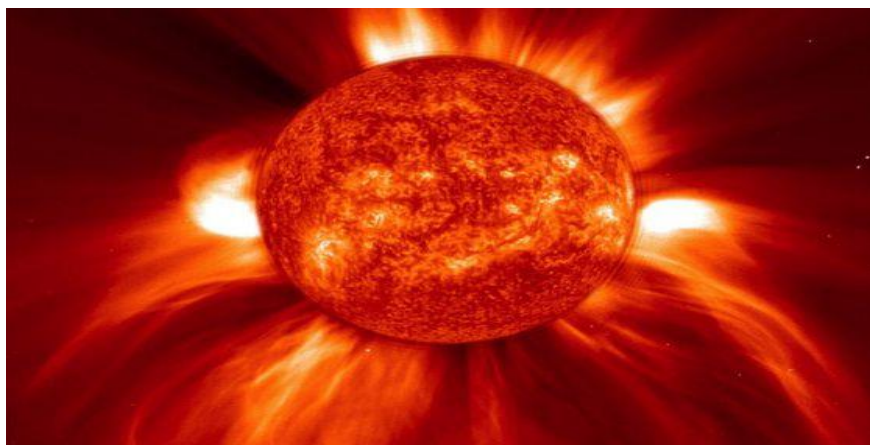
Ултравиолетова радиация Definition

Ултравиолетовата радиация е електромагнитно лъчение или светлина с дължина на вълната по-голяма от 100 nm, но по-малко от 400 nm. Той е известен също като UV радиация, ултравиолетова светлина, или просто UV. Ултравиолетовата радиация е с дължина на вълната по-дълъг от този на рентгенови лъчи, но по-къса от тази на видимата светлина. Въпреки ултравиолетова светлина е достатъчно енергичен да пробие някои химични връзки [9].

Думата „ултравиолетовия спектър“ означава „отвъд виолетовите“. Ултравиолетовата радиация, е открита от германския физик Йохан Ритер през 1801г.

6. UV лъчите - лекарство и отрова

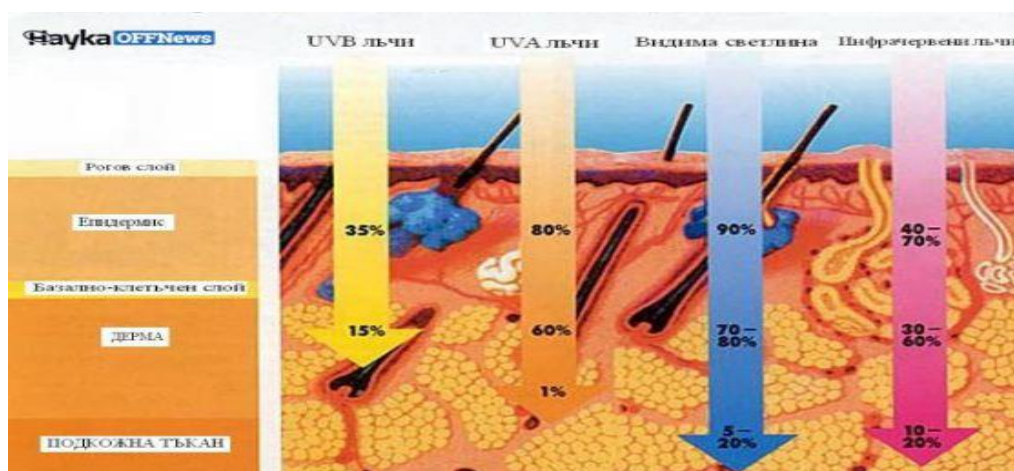
Светлолечението в съвременната физикална и рехабилитационна медицина.



Фиг 5. UV лъчите като лекарство

- Какви са оптималните дози за облъчване с ултравиолетови лъчи?
- Има ли състояния на организма, при които не бива да го правим?
- Какво е еритема?

Какво представляват UV-лъчите и как действат върху организма на човека?

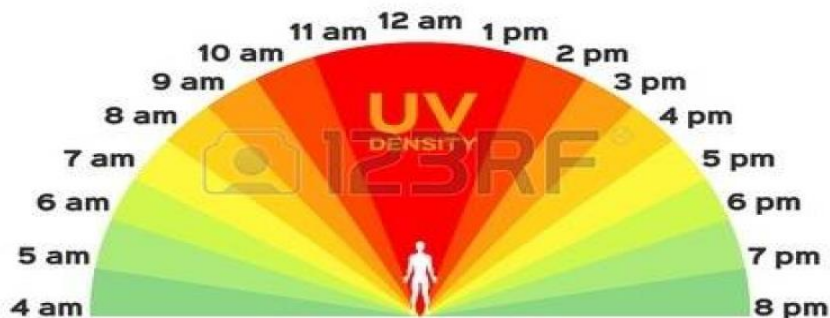


Фиг. 6. Проникване на ултравиолетовите лъчи в биологическа тъкан

UV лъчи са най-активно действащата част от спектъра на светлинната. Те оказват въздействие върху целия организъм [3]. Тези лъчи усилват кръвообращението и лимфообращението, повлияват обмяната на веществата. UV-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

- Фоторедукционни процеси
- Фотоизомеризация.



Фиг. 7. Въздействие на UV-лъчите в различните часови зони

Тези процеси водят до т. нар фотобиологични процеси в човека – образуване на витамин D [8]. UV-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 UV-лъчи се повлиява калциево-фосфорната обмяна, стимулира се еритропоезата, стимулират се надбъбречните и половите жлези и др.

Светлината представлява електромагнитни вълни с определена дължина на вълната. Към светлината се включват видимите лъчи, UV-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 UV-лъчите е под 1мм.

✓ Еритема - реакцията на кожата на UV-лъчите

Кожната реакция към светлината под въздействието на UV-лъчи се нарича фотоелектрична еритема [7]. Тя е с дифузен вид и ясно очертани граници. Има определен латентен период - обикновено достига максимум след 12 часа при деца и след 24 часа - при възрастни. Еритемата трае няколко дни.

Таблица 1 Ползи и вреди от UV лъчите

Ползи 😊	Вреди ☹️
Стимулират меланина → поява на тен	Отговорни за сл.изгаряне (90%)
Стимулират синтеза на витамин D = "анти-рахитични" лъчи	Отговорни за преждевременното стареене на кожата
	Причиняват рак за период от 10-20 години
	Може да бъдат фоточувствителни
	Намаляват имунната защита, това обяснява появата на херпеси

✓ **Как се определя дозата на UV-лъчите във физикалната медицина?**

UV облъчването винаги се прави строго дозирано. Определянето на дозировката се нарича биодозиметрия [10]. Биодозата е минималната продължителност, при която се получава дифузна хиперемия, с рязко очертани граници. Една биодоза е минималната еритемна доза. Измерва се в секунди. Тя винаги се снима от 50 см разстояние от източника на UV-лъчи. Ако се налага да се снее от друга позиция тя се преизчислява. Използва се биодозиметър с 6 еднакви отвора. При възрастни – всеки отвор се държи кратен на 1 минута. Първия отвор получава 6 мин облъчване с UV-лъчи, последния 1 минута UV облъчване. При деца – всеки отвор се държи кратен на 15-30 секунди, поради по-голямата чувствителност. Прието е биодозата да се отчита на 24-я час за възрастни и на 10-12-я час за деца.

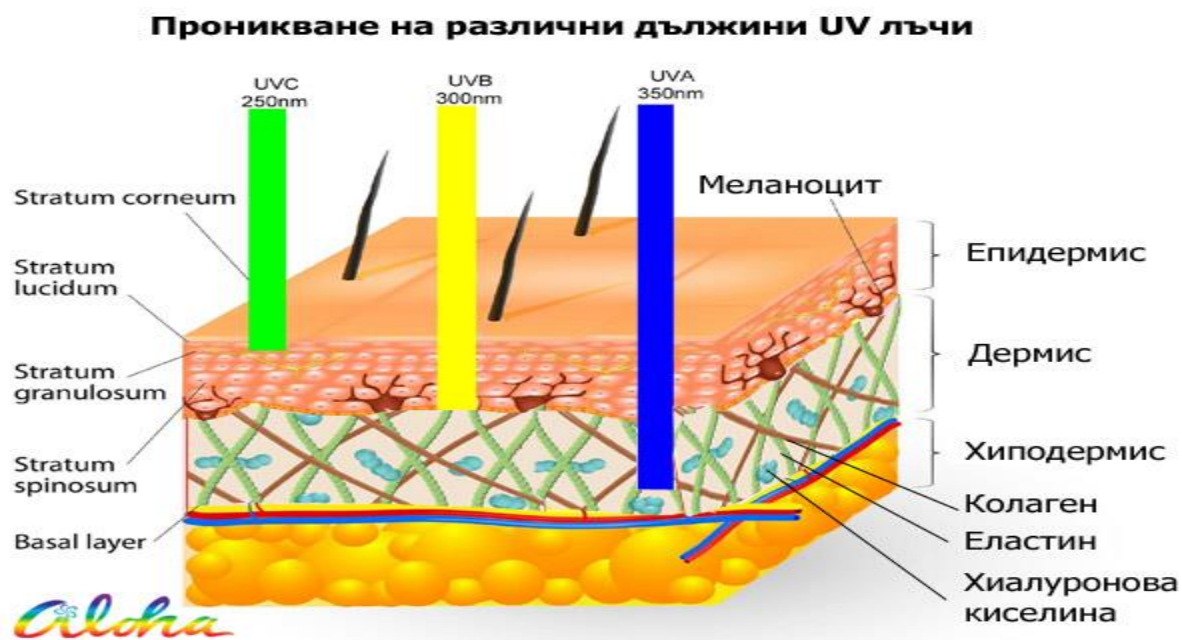
Болести

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**

Едва ли има човек, който да не ги е изпитвал на гърба си (буквално). 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).



Фиг. 8. Проникване на UV лъчи с различна дължина на вълната в биологични тъкани

➤ 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 [2]. Типични локации за тези карциноми са главата, лицето, шията и ръцете – все части от тялото, които са с най-голямо слънцеизлагане.

Най-редкият, но и най-смъртоносен вид рак на кожата е меланомът, който също се причинява от предимно от слънцето.

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 загрубявания и удебелявания, които могат да бъдат преканцерозни) и соларни еластози (лишена от еластичност кожа).

➤ 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.

➤ Очни проблеми

Продължителното излагане на UVB радиация, дори и с нисък интензитет, може да доведе до структурна промяна в лещата на окото, в това число изменения в пигментацията, които от своя страна допринасят за развитието на т.нар. перде или катаракта.

➤ Слънчеви алергии

Известни още с медицинското си наименование „фотодерматози“, това е група от алергични реакции, в т.ч. полиморфна светлинна ерупция, актинично пруриго, фотоалергична ерупция и слънчева уртикария. Не е

задължително да съпровождат слънчево изгаряне и най-често се проявяват със сърбящ зачервен обрив и понякога мехурчета по деколтето, опаката страна на ръцете, подбедриците, около устните. В редки случаи могат да бъдат животозастрашаващи.

➤ Отслабен имунитет

Колкото и нелогично да звучи, прекомерното излагане на UV радиация може да отслаби имунната система и да направи тялото по-податливо на вирусни, бактериални, гъбични и паразитни инфекции. Един типичен пример са рецидивиращите херпесни вируси, предизвикани от експозиция на слънце или други източници на ултравиолетово лъчение.

Поради всичките тези причини и поне още толкова, е препоръчително да общуваме със слънцето, само след предприемането на съответните предпазни мерки.

7. Видове ултравиолетови лъчи

✓ UV лъчите се разделят на три подспектъра:

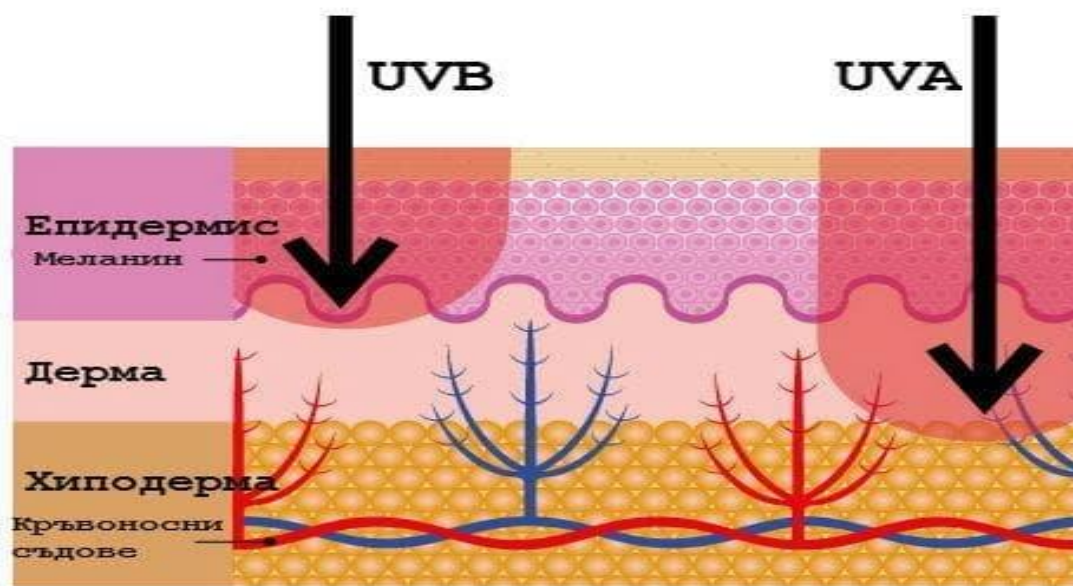
- UVA – пигментообразуващи или дълговълнови (400-320 nm)
- UVB – еритемогенни, витамин D образуващи или средновълнови (320-280 nm)

- 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 [3]. Светлата кожа е по-чувствителна към ултравиолетовите лъчи.

- 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.

- UVC или сектор С – това са т.нар. бактерицидни (унищожавачи 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.



Фиг. 9. Проникване на различни UV лъчи в кожата на човек

Зависимост между големината на UV-еритема и действието на другите лъчи от спектъра на светлината върху кожата.

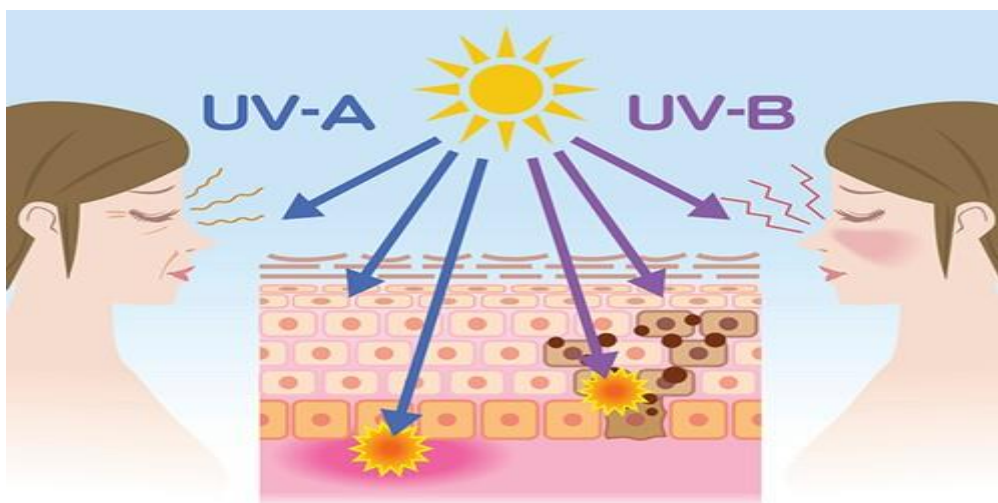
Големината на UV еритемата се увеличава, ако се комбинират трите вида светлинни лъчи и действат едновременно върху кожата. Друг вариант е, когато инфрачервените или видимите лъчи предшестват UV-облъчването.

Силата на UV еритемата се намалява ако инфрачервените и видимите лъчи се прилагат след облъчването с UV лъчи, т.е. действат в неговия латентен период.

Кога се увеличава чувствителността на кожата към UV-лъчите?

Съществува т.нар термин фотопатология – това са определени вещества, които повишават чувствителността към UV-лъчите и увеличават вероятността за фотоелектрична еритема. Примери за това са пациенти, които приемат определени лекарства като антибиотици, сулфонамиди и цитостатици, болни с повишени нива на билирубин и уробилиноген.

При всички важи правилото, че не трябва излишно да се излагат на слънчева светлина. Риванолът, също повишава чувствителността на кожата към светлина и дори обикновените видими лъчи могат да предизвикват фотоелектричен ефект. Затова участъците обработени с риванол, не трябва да се излагат на слънце. Чувствителността към UV-лъчи е намалена при анемия, микседем, кахексия и др. заболявания.



Фиг. 10. Въздействие на UV лъчи

Какви са източниците за получаване на тези лъчи във физикалната медицина?

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 сема 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 сема от съответната област от тялото. Облъчват се определени полета, като останалите части от тялото се покриват с чаршафи. Еритемните полета са до 500-600 см² участъци от кожата. В един ден се облъчват най-много 2 полета до около 800 см² 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 [13].

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.

При какви заболявания най-често се прилагат UV-лъчи?

Тези лъчи намират голямо приложение в медицината. При увреждания на периферните нерви – UV-лъчите намаляват болката и имат противовъзпалително действие [5]. Също така се прилагат с тубус върху лигавиците на гърлото и на носа, сливиците и кожата на ушния канал. Правят се облъчвания на гръдния 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. UV лъчи се прилагат и при хронични рани от съдов произход.

UV-лъчите се прилагат с успех при профилактика на грип и простудни заболявания на горните дихателни пътища, защото повишават устойчивостта на организма. Добре е профилактиката на грипа да става два пъти годишно.

Съвети към посещаващите солариумите

Солариумите представляват селективни UV източници от сектор А. Използват се в козметичните центрове. Колкото даден солариум излъчва по-малко UVB лъчи, толкова е по-безопасен. Могат да се за профилактика при здрави хора, а и за лечението на някои заболявания.

Както всеки физикален фактор, така и към UV-лъчи трябва да се подхожда с внимание и професионализъм. Необходимо е прецизно определяне на биодозата. Освен всички полезни ефекти за организма при профилактиката и лечението на заболяванията тези лъчи използвани неправилно могат да причинят негативни последици върху здравето на човек. Установено е, че UV лъчите имат дехидратационен ефект. Те са с доказан канцерогенен ефект. UV лъчите предизвикват остаряване на кожата (соларна еластоза, соларна кератоза, телеангиектазии и др.), загуба на еластичността ѝ и появата на бръчки. Те увреждат структурата на ДНК.

Провеждането на светлолечение, под контрола на лекар по физикална и рехабилитационна медицина изключва гореспоменатите вредни ефекти и последици.



Фиг. 11. Солариум

8. Използване на ултравиолетови източници на светлина за унищожаване или намаляване на въздействието на COVID-19

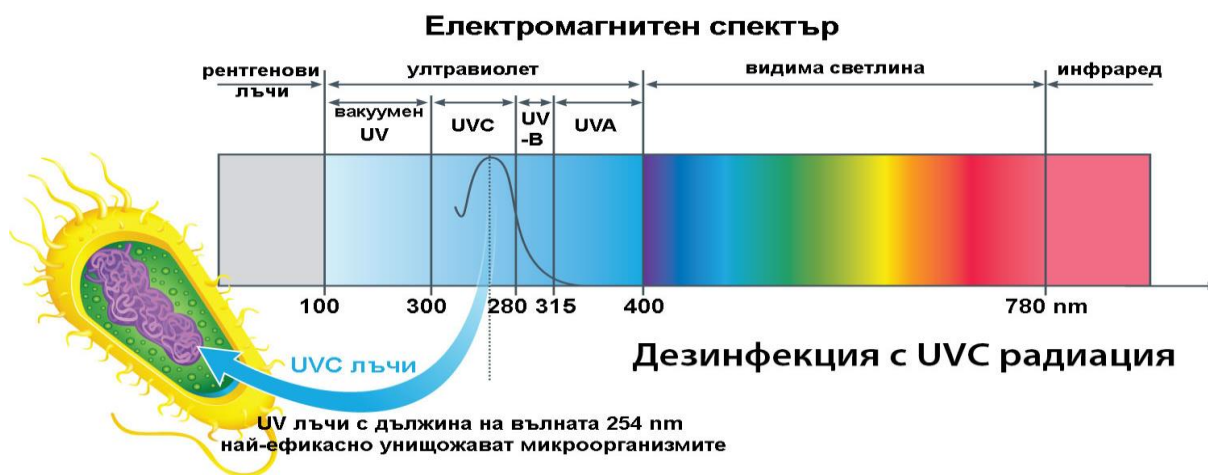
Според класическата епидемиология, разпространението на инфекциите в човешкото общество се осъществява чрез поддържане на епидемичен процес, състоящ се от три взаимосвързани звена:

- източник на инфекция
- механизъм на предаване на инфекцията
- възприемчиви индивиди



Фиг. 12. Коронавирус

Теорията и практиката на борбата със заразните болести се гради върху непрекъснатостта на епидемичния процес [1, 4]. Нарушаването ѝ се явява рационалната основа, върху която се основава борбата с епидемиите. Дезинфекцията в профилактиката и контрола на инфекциите, се определя от нейната същност, като комплекс от методи и средства, които прекъсват механизма на предаване на инфекцията, чрез унищожаване на патогенните микроорганизми във външната среда. Един от най-щадящите околната среда и широко прилаган в практиката физичен метод за дезинфекция е използването на ултравиолетовото (UVC) лъчение.



Фиг. 13. Електромагнитен спектър на светлината

Дезинфекциращото действие на UVC светлината е открито още в края на 19 век и постепенно намира приложение в различни сфери на обществения живот - за обеззаразяване на въздух, повърхности и води. UVC светлината инактивира микроорганизмите чрез увреждане на тяхната нуклеинова киселина, най-вече с образуване на пиримидинови димери и по този начин спира тяхното размножаване [3, 7]. За повечето микроорганизми най-ефективно се оказва UVC лъчението с дължина на вълната около 260 nm. Тъй като живакът произвежда UVC лъчение в много близкия ефективен спектър (около 254 nm), последният се е превърнал в почти еталон при производството на бактерицидни лампи. И до момента живачните лампи с ниско налягане са най-често използваните в дезинфекционната практика, въпреки отричането на използването на живак и неговите съединения в бита. UVC лъчението, което тези устройства генерират, има широк спектър на активност по отношение на бактерии, вируси, спори и паразити. Широкият спектър на действие, ниските експлоатационни разходи, лесният начин на работа - като метод „без докосване“ и липсата на натоварване на околната среда, прави приложението на бактерицидните лампи и усъвършенстваните модели широко застъпено в ежедневната медицинска практика вече повече от 70 години.

На фона на продължителното приложение на метода за дезинфекция с UVC лъчение в медицината, все още много неща остават неизяснени, най-вече при практическото използване на бактерицидните лампи [5]. Понастоящем в света няма универсален стандарт, който да гарантира, че приложението на такъв тип оборудване е напълно безопасно.



Фиг. 14. *Изследване на щам на коронавирус*

В някои национални нормативни актове в отделни страни, UVC оборудването е заложено, като задължителен елемент в рискови болнични структури, но не са посочени критерии и специфики за неговото приложение. В момента, здравните работници не разполагат с официален документ, който да разглежда практическата страна на UVC дезинфекцията. Вирусите не се възпроизвеждат самостоятелно, но имат генетичен материал, или ДНК, или РНК. Те се възпроизвеждат чрез свързване с клетки и инжектиране на тяхната ДНК. Някои вируси избухват от заразената клетка (тази форма на възпроизвеждане се нарича литичен цикъл), докато други се сливат в заразената клетка, възпроизвеждайки всеки път, когато клетката се раздели (лизогенна). При слънчево изгаряне UV светлината убива вирусите, т.е. UV светлината може да повреди ДНК. ДНК молекулата е изградена от две нишки, свързани заедно от четири основи, аденин (А), цитозин (С), гуанин (G) и тимин (Т).

UV светлината може да накара тиминовите основи да се слепят заедно, разтърсвайки последователността на ДНК и по същество хвърляйки гаечен ключ в машината. Тъй като последователността на ДНК вече не е правилна, тя вече не може да се репликира правилно. Ето как UV светлината унищожава вирусите, като унищожава способността им да се възпроизвеждат. Тази е причината за използване на ултравиолетови източници за дезинфекция в лекарските кабинети при вирусни епидемии и в инфекциозните отделения.

COVID-19 е нова порода от тази година и като такава има недостиг на изследвания за нейната устойчивост на UV [3, 7]. Това обаче не е спряло хората да пускат UV устройства, за да осуетят вируса. През предходни прояви на предишните коронавируси, като SARS и MERS са правени дезинфекции с ултравиолетова светлина. Изследвания както за SARS, така и за MERS показват, че UV светлината може да инактивира вирусите, така че не е неразумно да се очаква, че ще има подобен ефект върху COVID-19. Конкретни резултати ще бъдат известни след преминаване на пандемията и тогава може да се направят съответните

изводи и да се покажат добри практики и резултати. По време на пандемията на коронавируса, е много актуално използването на ултравиолетови светлинни източници. Ето няколко основни правила за използване им, на базата на класически UV облъчвател с бактерицидна лампа 15W:

- За облъчването на една нормална стая (лекарски кабинет, офис, преподавателски кабинет, курсантско спално помещение) с площ 20-30 м² са достатъчни от 30 до 60 минути;

- Най-разпространените лампи имат ресурс 2000 ч, но тя може да свети и 10000 ч, и за да има ефект след тези 2000 ч трябва постепенно да се увеличава времето за облъчване;

- При включване или изключване на лампата е задължително да ползвате предпазни очила (обикновеното стъкло не пропуска UV лъчи) дълги ръкави и дълги крачоли;

- По време на облъчването в помещението не трябва да има хора, животни или растения;

- При работа на лампата се образува озон, който също убива бактериите, но е опасен газ и за човека. След облъчването задължително проветрете добре помещението. Чистият въздух също в враг на микробите, а слънчевата светлина също включва в своя спектър ултравиолетови лъчи.

Светлината в диапазона от 205 до 315 nm може да убие бактерии и вируси. Принципът на борбата е унищожаването на ДНК на патогена.

Лампите, които сега се използват за борба с инфекциите, са разделени на:

- кварцови
- бактерицидни

Принципът на тяхното действие, се основава на плазмен разряд в живачни пари. Кварцовата лампа, е живачна лампа с високо налягане. Но има кварцови лампи, подобни по форма на флуоресцентни. Колбата е от кварцово стъкло, откъдето идва и името на лампата. В спектъра на кварцова лампа има компонент с дължина на вълната 254 nm, който унищожават ДНК на бактерии и вируси. В строго дозирани количества озонът също е способен да унищожават патогени. Но именно производството на озон стана причината кварцовите лампи да се използват само за медицински процедури на индивидуална основа. Световната здравна организация не препоръчва използването на кварцови лампи за борба с коронавирус поради отрицателните ефекти на 185 nm компонента върху човешката кожа. Бактерицидната лампа е подобна по дизайн на флуоресцентна лампа, но без фосфор, а крушката е изработена от специален стъклен клас, който предава светлина с дължина на вълната 254 nm и която забавя компонента от 185 nm. Такива лампи могат да се използват от хора, които нямат медицинско образование. Традиционните

бактерицидни лампи са разрядни живачни лампи с ниско налягане в стъклена колба (тръба).

9. Изводи:

✓ Използването на ултравиолетовата светлина за дезинфекция е особено актуално по време на сегашната пандемия на коронавирус в целия свят. Ултравиолетовата светлина в диапазона от 265 nm дължина на вълната е най-ефективна за провеждане на дезинфекция, която трябва да е 30-60 минути на ден.

✓ UVC светодиодите в UVC гамата все още са по-ниски от разрядните лампи по отношение на ефективността и са много по-скъпи. Те могат да дадат печалба при създаването на дезинфекционни инсталации, които се побират в джоба ви. Но дали един дезинфектант ще бъде ефективен, облъчващ, да речем, само масата, на която ще обядвате в ресторант, а не цялата стая? Само вирусолозите ще могат да дадат отговор на този въпрос, а не специалистите по осветителна техника.

Използвана литература:

1. Васильев А., Ультрафиолетовые светодиоды для борьбы с вирусами, журнал „Электротехнический рынок” №2 2020;

2. Димитров Б., Проблеми и перспективи на обучението в областта на ЯХБЗ в НВУ „Васил Левски“, Годишник на НВУ „Васил Левски“ част 1, 2019 година, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски“ В.Търново, ISBN 1312-6148, стр. 235-243;

3. 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;

4. Долчинков Н., Извънредната ситуация и дистанционното обучение през летния семестър на 2020 година като стъпка към осъвременяване на обучителния процес по физика в НВУ „Васил Левски“, Годишна научна конференция на НВУ „Васил Левски” – 28-29 май 2020 г. ISSN 1314-1937 т.6 стр. 185-193;

5. Долчинков Н. Т., Действия на населението при извънредни ситуации, монография, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски“, ISBN 978-954-753-306-6, стр.186, 2000 г.;

6. Николов Н., Прибори и системи за мониторинг, откриване, идентифициране, предупреждение и отчитане на химични, биологични и радиоактивни агенти, Сборник доклади от университетска научна конференция 27-28 юни 2019 г., том 5, стр.73-80, ISSN 1314-1937;

7. 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;

8. Харалампиев М., Влияние на ултразвука върху щатни дегазиращи разтвори, Сборник доклади годишна университетска научна конференция. НВУ „Васил Левски“, Велико Търново, 2018, Електронно издание, ISSN 2367-7481;

9. 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;

10. bnr.bg -, „Ултравиолетова лампа убива бактерии“ - Петко Ганчев и Марин Млеченко;

11. Уикипедия;

12. Google.bg;

13. puls.bg.

Адрес за кореспонденция:

Мария Славчева Славчева: НВУ „Васил Левски“, Велико Търново, България, E-mail: mariaslavcheva00@abv.bg

ЙОНИЗИРАЩИ ЛЪЧЕНИЯ ОТ РАДИОАКТИВНИ ЕЛЕМЕНТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕНИ ПРОЦЕСИ

Ива Стоянова

IONIZING RADIATION FROM RADIOACTIVE ELEMENTS IN INDUSTRY

Iva Stoyanova

Summary: The report describes the possible dangerous of the ionising radiation from radioactive elements in industry. In the report we area natural radioactive elements and man-made. The scenarios for staff exposure are described.

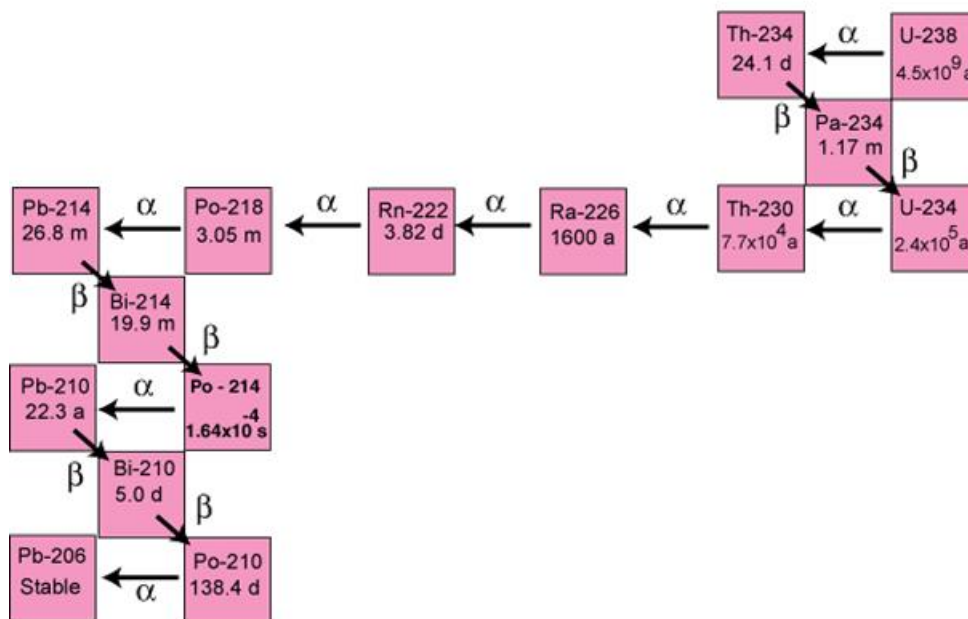
Keywords: CBRN analisys, nuclear weapon, nuclear simulation.

В някои производства работещите могат да бъдат изложени на йонизиращо лъчение от радиоактивни материали, които естествено присъстват в околната среда (т.е. почва, скали, въздух, вода). Природните радиоактивни материали са тези които не са създадени и не са преработени от човека. Те могат да се намерят навсякъде в естествената среда.

Радон (^{222}Rn), естествено срещащ се радиоактивен газ, се намира в почвите, скалите и водата. Радоновият газ може да се натрупва в подземни зони (напр. мазета, тунели), както и в надземни зони в сгради, траншеи и изкопи. Основният източник на Радон е Уранът, намиращ се в Земята. Както е илюстрирано в сериите за естествен разпад на Уран, с течение на времето Уран-238 се разпада в Радий-226, който след това се разпада в Радон-222.

^{226}Ra и ^{228}Ra може да се появи във вода, извлечена от подземни водни източници. ^{238}U и ^{235}U или ^{232}Th и продуктите от разпадането им присъстват в гранита, мрамора, варовика или други материали, използвани за силикатното производство и в сградостроителството. Уранът е в земята преди да бъде добит и преработен. ^{14}C се поема от всички растения и животни и може да бъде измерен от учените, за да се определи възрастта на органичните материали чрез „въглеродно датиране“. ^{40}K се среща естествено и може да се намери в няколко храни, особено в бананите. Космическите лъчи идват от високоенергийни частици, произхождащи както от нашата слънчева система, така и извън нея, свързани са с няколко

различни вида радиация (например алфа, гама, неутрон и рентгенови лъчи) и допринасят за дозите радиация поглъщани от персонала на авиопревозвачите.



Фиг.1 Разпадане на Уран-238

Работниците могат да бъдат изложени на йонизиращо лъчение от газ Радон. Радоновият газ е невидим, без мирис и вкус. Радоновият газ (Радон-222) се разпада на няколко краткотрайни продукта на разпадане: Полоний-218, Олово-214, Бисмут-214 и Полоний-214 (фиг.1). Тези продукти на разпад могат да се прикрепят към частиците във въздуха и да се вдишат. При вдишване тези частици се отлагат в белите дробове и доставят радиационна доза в белодробната тъкан. Полоний-218 и полоний-214, по-специално, отделят силно енергийни алфа частици. През 1999 г. Комитетът на Националния изследователски съвет по рисковете за здравето при излагане на радон представи обобщение на научните данни за Радон в помещенията и заключи, че излагането на радон в домовете се очаква да бъде причина за рак на белия дроб. [4,5]

През 2010 г. Международната комисия по радиологична защита (ICRP) увеличава абсолютния коефициент на риск за живота за индуциран от радон рак на белия дроб и препоръчва по-строг метод за изчисляването на дози от радон за радиационна защита. [6]

Вътрешните зони с високи концентрации на Радон могат да бъдат успешно отстранени чрез затваряне на отвори (например около помпените станции и др.), през които Радонът може да навлиза в конструкцията, да запечатва пукнатини на пода и стените и да увеличава вентилацията със система за намаляване на радона.

Проучените и доказани запаси в цялата история на уранодобива в България са 35 374 t. От тях добитото количество уран е 16 255 t по класическия (минен) и по геотехнологички метод. Към 1992 г. остатъчните запаси и ресурси от 19 748 t са разпределени в 31 находища, отнасящи се към два генетически типа – ендегенни (хидротермални) и екзогенни (пясъчников и инфилтрационен). Находища са Пробойница, Смоляновци, Симитли, Габра, Буховското, Смолянското рудно поле, Елешница и Сборище, Тракийско-Тунджанския район. Към настоящия момент, изхождайки от геоложки, екологички, икономически, инфраструктурни и други съображения, промишлен интерес представляват 14 проучени и частично експлоатирани находища от екзогенен (пясъчников) тип от Тракийско-Тунджанския уранов руден район. Те са разположени в 3 географски района: Пловдивски, Хасковски и Ямболски и са локализиращи в проницаеми скали (пясъчници), ограничени в разреза от аргилити. Доказаните запаси и ресурси на тези находища са 10 384 t, от които потенциално извлекателни са 6 750 t. [1, 2, 3]

Добивът и преработката на уранова суровина в България са преустановени на основание Правителствено решение с ПМС №163 от 20 август 1992 г. за ликвидиране на уранодобива в 48 мини, а още 30 обекта са били в стадий на проучване и пробна експлоатация. На дружеството „Екоинженеринг-РМ“ ЕООД с ПМС №74/1998г. са делегирани задължения за ликвидиране на последиците от уранодобива и уранопреработването в страната. Мерките, които произтичат от ПМС №74/1998г. за премахване на последиците от добива и преработката на уранова суровина в по-голямата си част са изпълнени. [9, 6]

При работа на обекти с национално значение – ядрена енергетика, експериментален ядрен реактор, обекти на бившия уранодобив, национални хранилища за радиоактивни отпадъци, мерките за защита на персонала биват:

- предварителен здравно-радиационен контрол и съгласуване на обосновката на радиационната защита и мерките за радиационна защита в съответствие с действащото законодателство;
- систематичен (текущ и тематичен) и насочен здравно-радиационен контрол на обекти с източници на йонизиращи лъчения;
- контрол за осигуряване на радиационната защита на лицата при извършването на дейности с източници на йонизиращи лъчения;
- контрол върху радиационните фактори на работната и жизнената среда за предприемане на мерки за ограничаване вредното въздействие на йонизиращите лъчения;
- контрол на защитата на пациентите при медицинско облъчване;

- контрол по изпълнение на изискванията за защита на лицата при хронично облъчване в резултат на производство, търговия и използване на суровини, продукти и стоки с повишено съдържание на радионуклиди.

Излагането на работник на йонизиращо лъчение се случва и когато индустриалните процеси или човешката дейност модифицират или технологично подобряват източници на йонизиращи лъчения, така че неговата радиоактивност да се концентрира (умишлено или неволно), за да доведе до създадена от човека концентрация по-висока от нормалната.

Примери за технологично подобрен естествен радиоактивен материал включват:

- Отпадъци от нефтената и газовата промишленост, включително отпадъци от хидравлично разбиване или като течности и утайки.

- Отпадъци от производството на торове (фосфат), включително вторичен отпадък от фосфогипс и фосфатни шлаки, които могат да съдържат ^{226}Ra или ^{238}U .

- Често използвани продукти от фосфатни торове, които съдържат естествен ^{226}Ra , намиращ се във фосфатни руди.

- Отпадъци от въглищната промишленост, включително аерозолен прах и полепнал прах, които могат да съдържат ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{238}U или ^{232}Th .

- Отпадъци от производството на алуминий, включително отпадъци от алуминий, които могат да съдържат ^{238}U , ^{232}Th или Ra-^{226} , Ra-^{228} .

Отпадъци от пречиствателни станции за вода, включително утайки или утайки и някои системи за филтриране на основата на смоли, които могат да съдържат ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{238}U или ^{232}Th . [10]

Производство на геотермална енергия, включително остатъци от котлен камък, който може да съдържа радий ^{226}Ra , ^{238}U или Th-^{232} .

Съоръженията за производство на торове могат да имат потенциал за излагане на работници на йонизиращи лъчения от уран, торий, ^{226}Ra или ^{40}K , заедно с концентрациите в отпадъци, филтри, продукти или метални скални тръби. Съоръженията за производство на бои могат да имат потенциал за излагане на работниците на торий, уран или радий (Ra-^{226}) в отпадъци от титанови руди. [8]

В производствени или преработвателни съоръжения произтичат от повишени концентрации на радиоактивни материали във филтри и твърди утайки, ако големи количества вода, съдържащи естествено срещащи се радионуклиди (например ^{226}Ra , ^{228}Ra) се използват в някои производствени процеси, като мелници за хартия и целулоза, или от системи за пречистване на вода, използвани за доставка на питейна вода. Работниците, които почистват или сменят филтри или боравят с утайки, могат да бъдат изложени на тези повишени концентрации.

Цирконът съдържа малки количества радионуклиди (U и Th) в минералната матрица. Цирконът може да се смела на фин прах и обикновено се прилага върху керамика преди изпичане, за да се създаде лъскава глазура. Работниците в производствените съоръжения за керамика могат да бъдат изложени на циркон или уран в отпадъци и плесени.

Управлението на отпадъци и обезвреждането на им също могат да доведат до професионални експозиции. [9]

Източник на йонизиращи лъчения може да бъде страничен или отпадъчен продукт от производството на нефт и газ. Утайките, сондажите и тръбните везни са примери за материали, които често съдържат повишени нива на радиоактивни материали.

Работниците могат да бъдат изложени на йонизиращо лъчение от машини, произвеждащи лъчение, например рентгеново оборудване. Рентгеновото оборудване се използва в различни професионални условия, включително операции за сигурност, здравеопазване, производство и строителство, както и преработка на храни и сродни продукти.

В здравеопазването също широко се използват източници на йонизиращи лъчения, които биха причинили здравословни ефекти върху медицинският персонал, например:

- Диагностични/образни техники (напр. рентгенография, компютърна томография или флуороскопия), използвани за локализиране на фрактури, израстъци и тумори; определят степента на нараняване или заболяване; и определят необходимостта от други медицински процедури.

- Интервенционни техники (напр. флуороскопски интервенционни процедури и ангиография), използвани за насочване на лечението.

- Лъчетерапия, използвана за лечение на заболявания като рак. Радиотерапията (наричана още лъчева терапия) включва използването на високоенергийно йонизиращо лъчение за унищожаване на раковите клетки и свиване на туморите.

Често използвани йонизиращи лъчения има и в производството и строителството. Например, много приложения за прецизно измерване и не разрушаващо изпитване използват радиография за проверка на заварки, измерване на дебелината на микро-електронните пластини, разработване на полимери в каучуковата и пластмасовата промишленост и измерване и проверка на количеството и качеството на стоките, произведени по време на индустриалния контрол на качеството. Индустриалната рентгенография се използва в строителството за определяне на плътността на земята за основи, инспектиране бетон в сгради, мостове и други конструкции, ремонт за проверка на заварки в корабостроенето и в други настройки за проверка на други структурни материали за умора.

Рентгеновите индустриални радиографични устройства се захранват от електричество. Когато устройството се завърти, то произвежда

рентгенови лъчи; когато е изключен, не става. Рентгеновите устройства за индустриална рентгенография обикновено създават ясни, детайлни изображения, които се използват, например, за тестване на автомобилни части или части на самолета. Когато се използват гама лъчи в индустриалната радиография, йонизиращото лъчение идва от радиоактивен материал вътре в устройството. Гама лъчите не се нуждаят от електричество. Те обаче не могат да бъдат изключени като рентгеново устройство, тъй като радиоактивният материал вътре в устройството винаги произвежда гама лъчи. Единственият начин за „изключване” на гама лъчи, излъчвани от индустриално радиографско устройство, е прекъсване на лъча чрез покриване на отвора с тежка метална плоча. Тъй като гама-лъчите индустриални рентгенографски устройства са по-малки от рентгеновите устройства, те са полезни за проверка в тръби, кораби и други малки пространства. Те се използват и като преносими индустриални рентгенографски камери за инспекции на място (например тестване на бетонни плочи

Сценарии на експозиция

Когато човек работи близо до източник на радиация или с радиоактивен материал, има потенциал както за външна, така и за вътрешна доза на облъчване. Най-общо дозата означава, че тялото е абсорбирало енергия от радиация.

Външната доза се появява, когато човек работи в близост до източник на лъчение (т.е. не екраниран или частично екраниран) или с радиоактивен материал, който излъчва радиация в поле, което прониква (влиза в или през) тялото. Стоенето в рентгеново поле е един пример за външна експозиция. [7]

Замърсяването се случва, когато човек влезе в пряк контакт с радиоактивни материали (не само с радиационното поле) и ги попадне върху или вътре в тялото. Например, изследовател може да се замърси, ако разлее течност, която съдържа радиоактивен материал, върху тялото му или върху неговото облекло, като лабораторно палто или обувки.

Имайте предвид, че работникът може да бъде изложен на външно радиационно поле и да получи външна доза, без да влиза директно в контакт и да бъде замърсен с радиоактивен материал. Ако радиоактивен материал попадне в тялото на човек, той ще получи вътрешна доза.

Литература:

1. Марков И.С. Перспективи за развитие на средата за сигурност и необходимост от изграждане на способности в областта на ЯХБ защита. Сборник доклади от международна научна конференция „Дългосрочни предизвикателства за развитие на средата за сигурност и изграждане на

способности на Въоръжените сили „, Част I, ВА „Г.С.Раковски”, стр.210-214

2. Димитров Б.К., Развитие на системите за разузнаване, ранно предупреждение, мониторинг, специална и санитарна обработка”, Сборник доклади от годишна университетска научна конференция „Актуални проблеми на сигурността”, НВУ– том 5, стр.226 -231

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

4. Dolchinkov, N. T., Nuclear weapons in NATO, International scientific journal: Science. Business. Society 4/2018, ISSN 2367-8380 стр. 181-184

5. Dolchinkov, N. T., History and development of nuclear weapons, International scientific journal: Security@future 1/2018, june 2018, pp. 32-35.

6. Харалампиев, М.С., Последствия от радиоактивното заразяване при ядрена война. Сборник доклади от научна конференция „Радиационна безопасност в съвременния свят“ НВУ „Васил Левски”, Велико Търново, 2016.

7. Пъдарев, Н. И., Елементи от природната среда за радиационна защита при военни операции. Сборник доклади от Годишната университетска научна конференция на НВУ „Васил Левски”, ВТ, 2017, том 2, с. 101 – 106.

8. Padarev, N. I., Radiological threats to the security environment. Security and future, ISSUE 4/2018, Sofia, 2018, pp 173-176, pub. Scientific technical union of mechanical engineering – Industry 4.0 Bulgaria.

9. Пъдарев, Н. И., Планиране управлението на отпадъци съдържащи ЯХБ агенти, Годишник на НВУ 2019, част II, с. 88- 100, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски” ВТ, 2019, ISSN 1312-6148

10. Carl A. Curling Julia K. Burr Lusine Danakian Deena S. Disraelly Lucas A. LaViolet Terri J. Walsh Robert A. Zirkle, Technical Reference Manual: NATO Planning Guide for the Estimation of Chemical, Biological, Radiological, and Nuclear (CBRN) Casualties, Allied Medical Publication-8(C), Institute for Defense Analyses.2010.

Адрес за кореспонденция:

Студент Ива Стефанова Стоянова, НВУ „В. Левски”, e-mail: iva.s21@abv.bg

STUDY OF THE CONTRAST OF LASER MARKING OF EGGS

Lyubomir Lazov, Pēteris Čeirs, Imants Adijāns, Ivaylo Balchev

Abstract. *Laser technologies are a major priority in the development of our economy and society in the 21st century. One of the main applications of lasers is laser marking. The laser marking method is widely used in many industries, including the food industry. The report considers the possibility of using laser technology to mark chicken eggs. The contrast of the laser marking is the main criterion for determining its quality. The study examines the functional dependencies of the contrast on the main technological parameters of the process of marking: output laser power (7 - 32W) and processing speed (50 - 300 mm/s). As a result of the research, optimal parameters for marking with CO₂ technological laser system have been determined.*

Keywords: *laser marking, marking of eggs, CO₂ laser*

Introduction

Today, in most countries of the world, food safety is very important. A number of norms and standards for food safety and quality have been developed for the food industry [1]. One of these requirements is related to the marking of food products describing the expiration date, content, quality, etc. Tracking is one of the key tools for achieving quality and safety standards. Tracking allows you to determine the current location of the product, its origin and expiration date, and also provides information about processing, retailing and the final purpose of goods [2]. To ensure high quality in the trading network, automated systems are often used. Technologies for automated identification of goods and data collection are based on barcodes, QR codes, optical recognition of encoded information, etc.

One of the most popular foods is chicken eggs. According to the International Independent Institute for Agrarian Policy (МННІАІ), since 2000, the total production of chicken eggs has increased by 1.4 times, and by 2035 the consumption of eggs in the world will increase by 50% [3].

Chicken eggs are usually marked with an alphanumeric code. Fresh eggs of class „A” - intended for human nutrition, are marked with a code consisting of numbers and letters [4] (see figure 1).

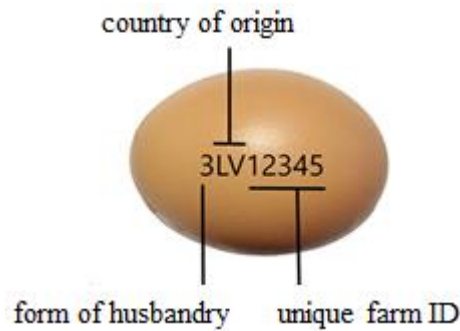


Figure 1. Marking a chicken egg with an alphanumeric code.

Traditionally, eggs are marked with an ink seal. This method of marking has such disadvantages as the need for chemical dyes, environmental pollution, the need for time for the ink to dry. Laser technology has developed at a very fast pace in recent decades. One of the main applications of laser technology is laser marking [14]. Laser marking is also used in the food industry. The laser creates markings on the eggshell without the need for additional materials such as ink, while ensuring outstanding marking quality and consistency. Unlike ink markings, laser markings are not erased or smudged. The advantages of laser marking also include high speed, repeatability, efficiency and low operating costs. The method is non-contact, does not require a special working environment and can be easily automated and integrated into production lines. [5,6,7]

The aim of the present study is to analyse the capabilities of one industrial CO₂ laser system for marking eggs, to determine the optimal operating intervals for power and processing speed to achieve optimal marking contrast.[8]

1. Process research equipment

In the experimental studies we performed for marking the eggs we used a CO₂ laser technological system with a wavelength $\lambda = 10.6 \mu\text{m}$. Synchronous control of the on / off laser generation and the movement of the laser beam focusing system along a given contour along the X, Y axes, as well as the change in the laser radiation parameters, is carried out using a special computer program. A schematic diagram of an experimental setup for marking chicken eggs is shown in figure 2a. In the experiments we used the raster laser marking method (figure 2b).

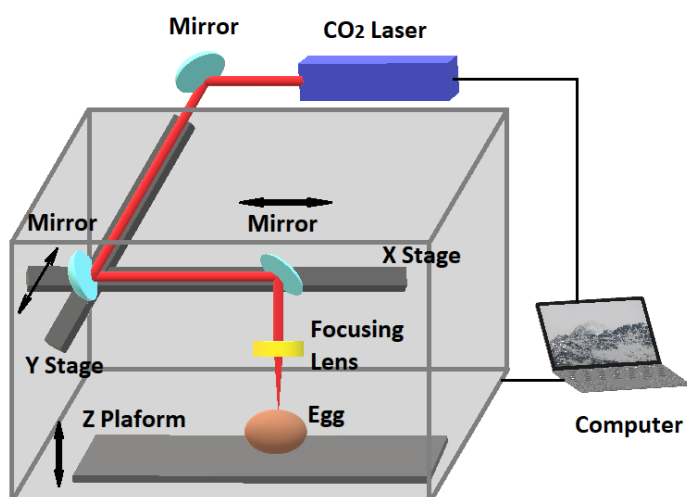


Figure 2a. Schematic diagram of an experimental setup for marking chicken eggs using a CO₂ laser.

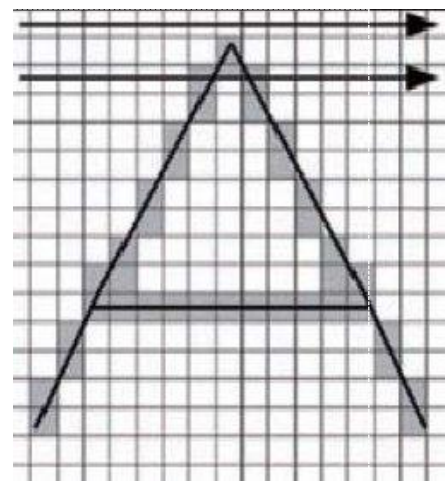


Figure 2b. Raster method of laser marking.

The main technical parameters of the CO₂ laser system SUNTOP ST-CC9060, with which the experiments were performed, are listed in table 1.

Table 1. Technical parameters of CO₂ laser system
SUNTOP ST-CC9060

Laser type	CO ₂ laser
Operation mode	CW
Laser wavelength	10.6 μm
Max. laser power	100 W
Process size	900 x 600 mm
Scanning speed	0 – 1000 mm/s
Positioning accuracy	<0.02 mm
Focal length	63.5 mm

The Ocean Optics STS VIS microspectrometer was used to determine the contrast in the measurements, measuring the reflectivity R [%] of the treatment area and comparing it with that of the surrounding surface. A schematic diagram of measuring the reflectance R [%] of the egg shell surface using a microspectrometer is shown in figure 3a. The reflected light spectrum from the unmarked egg shell surface (brown) and from the CO₂ laser marked egg shell surface is shown in Figure 3b.

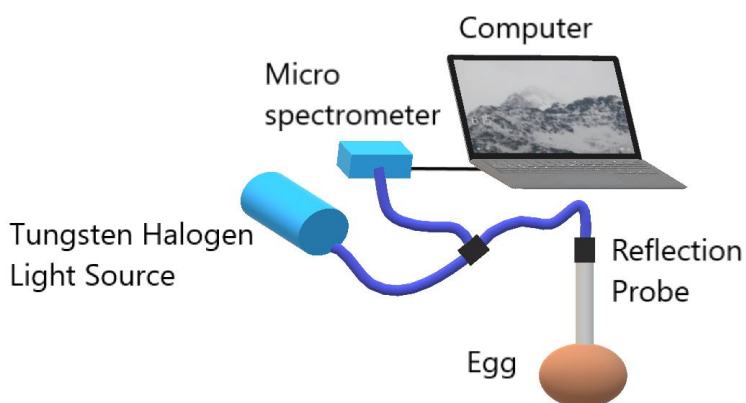


Figure 3a. Schematic diagram of measuring the reflectance R [%] of the surface of the shell of chicken eggs.

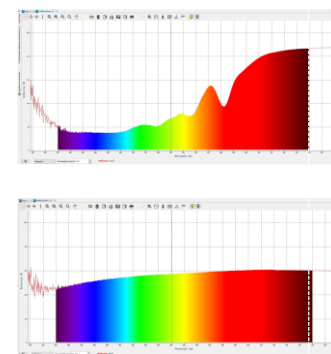


Figure 3b. The reflected light spectrum from the unmarked egg shell surface (above) and from the CO_2 laser marked egg shell surface (below).

2. Specifics, properties and structure of the material subjected to laser treatment

The shell of a chicken egg is a hard, porous shell. From above, the shell is covered with a thin over-scaled shell - cuticle, and from below it is firmly connected with a two-layer under-scaled shell. The cuticle is not strong and is easily destroyed by mechanical action (washing with brushes, etc.), but it protects a fresh egg from the influence of the external environment. The basis of the shell is a network of collagen-like protein fibers and an intermediate inorganic substance, which contains mainly carbonate and phosphate salts of calcium and magnesium, which provides a certain strength and resistance to mechanical stress. [9]

For a chicken egg, the shell has a thickness of 0.34 – 0.40 mm. The thickness of the eggshell depends on the mineral content of the feed. In the structure of the shell, two layers are distinguished. The outer layer is spongy and occupies 2/3 of the entire thickness. The inner layer is prismatic. The shell of a chicken egg has about 7000 through pores with a diameter of 4 to 40 microns. As a result, the shell is permeable to gases, water and water vapor. The permeability of the shell to air is the same in both directions (from the inside and from the outside). Water enters from the outside into the middle as slowly as from the inside into the external environment. The permeability of the shell for carbon dioxide is better than for air, and vice versa for oxygen. The density of the shell is 2.14 – 2.17g/cm³. [9,10]

Figure 4 shows the microstructure of an eggshell. The shell of a medium-weight chicken egg consists of 1.6% (0.1 g) of water, 98.4% (6 g) of dry substances, including organic - protein 3.3% (0.2g), lipids 0.03 (traces) and 95.1% (5.8 g) of inorganic substances. The shell mineral is 99% calcium carbonate. In eggs of birds with a hard shell, it exists in the most

thermodynamically stable form - calcite. Inorganic phosphate, magnesium, zinc, copper, manganese, selenium and other elements that are present in small quantities can have a certain effect on the quality of the shell. [9]

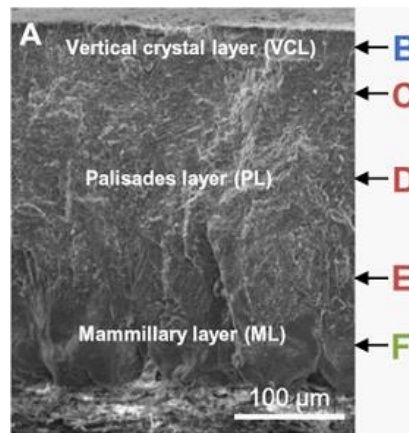


Figure 4. Microstructure of poultry eggshell, SEM (Scanning Electron Microscope) image. [11]

For chicken eggshell typical is structure with nano granules of various sizes (from 50 to 100 nanometres). Five layers can be distinguished with different average sizes of nanostructures, and this size increases from the outer layers of the shell to the inner ones. Figure 4: B - outer vertical crystalline layer VCL; C, D, E - middle columnar (palisade) layer PL, F - inner layer of hemispherical aggregates (mammillary) ML. [9,12]

3. Factors affecting the process of marking, and methodology for the experiment

In general, factors that affect the laser marking process can be divided into 3 main groups (figure 5a). Depending on the choice of the technological system and the mode of operation (pulse or CW mode), as well as the method of marking, the process affecting factors also change. In our study, due to the fact that the CO₂ laser technological system operates in CW mode and only two methods are used (ablation and engraving), there are six factors that affect the contrast of the marking (figure 5b). These are: laser power density q_s [W/cm²] (respectively the energy density E_s [J/cm²]); marking speed v [mm/s]; distance between raster strokes Δx [mm] (raster step); focus offset Δf ; number of repetitions; color of the treated surface. Laser power density represents laser source parameters. Marking speed, raster step, focus offset, and number of repetitions represent the parameters of the technological system and the method used. In terms of material properties, this is the color of the treated surface. In our specific case, the color of the examined chicken eggs is brown.

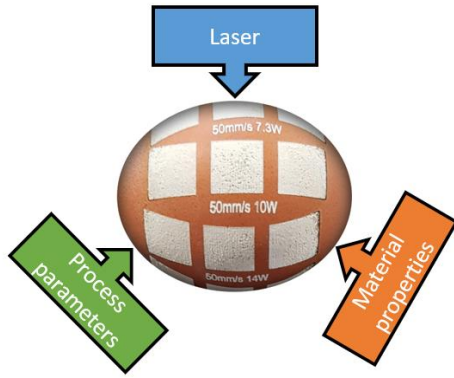


Figure 5a. Three main groups of factors that affect the laser marking process.

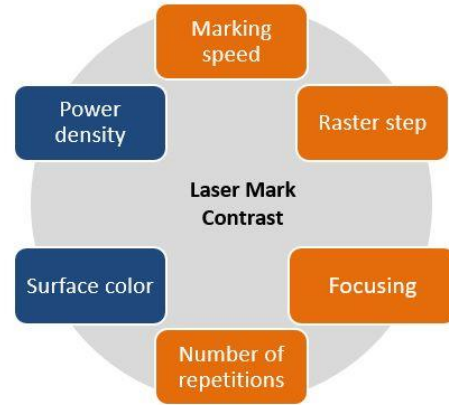


Figure 5b. Six factors that affect the contrast of the marking

The methodology of the experiment in the present study is related to the analysis of the contrast k as a function of the processing speed v and the power P of the laser radiation. Two series of experiments were carried out in which one of the two main parameters, processing power P and the speed v of the beam on the treated surface, was kept constant. The rastering method of marking is used to fill in a 10x10 mm square with a constant pitch between the raster lines $\Delta x = 0.1$ mm. This size made it possible to subsequently measure the reflectance R of the treated area using a microspectrometer (figure 5a) and calculate the contrast k .

In the first series of experiments $k = k(P)$, the contrast k is studied in the range of power P change from 7.3 W to 20.3 W at six constant marking speeds v , respectively (50; 100; 150; 200; 250; 300 mm/s).

In the second series of experiments $k = k(v)$, the contrast k is investigated in the range of variation of the velocity v from 50 mm/s to 300 mm/s sequentially for six constant laser radiation powers P , respectively (7.3; 10; 12; 14; 17; 20.3 W). A total of 72 experiments were carried out and related measurements of the reflectivity R . The choice of research ranges for power P and speed v was made on the basis of our previous studies [13] related to the study of the functions $b = b(P)$ and $h = h(v)$, where b and h are the width and depth of the marking lines on the treated surface. The aim was to achieve the depth h of the treated area less than 1/5 of the thickness of the chicken egg shell ($0.34 \div 0.40$ mm) and at the same time to achieve the maximum contrast k of the marking area. It should be borne in mind that the depth of the stained area per eggshell is only 150 μ m.

4. Results of experimental studies

The results of experimental studies of the effect of laser radiation power on the contrast of the marking zones are shown in figure 6a. We can see contrast versus power graphs for three different processing speeds: 50 mm/s; 150 mm/s

and 300 mm/s. It is clearly seen from them that in the range from 7.3 W to 14 W, the contrast k increases nonlinearly for all three marking speeds, and in the range from 14 to 20.3 W, the dependence is almost linear. For the entire studied interval of power P , the contrast k in absolute value increases by about 14-16%. In order to better find out which of the two working intervals is more advantageous for operation from a technological point of view, ratio $\Delta k/\Delta P$ was calculated in the power range from 7.3 W to 14 W and from 14 W to 20.3 W. The results of these calculations are shown in Table 2.

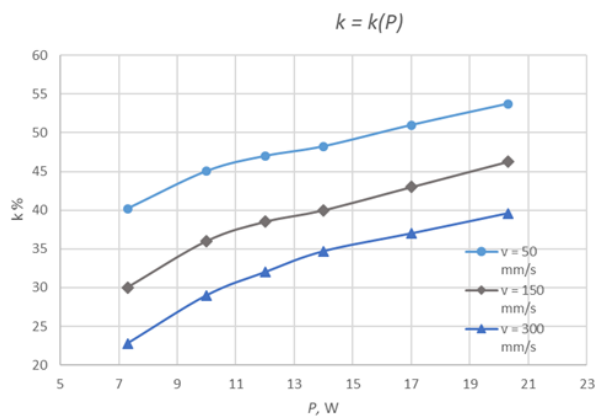


Figure 6a. Contrast k as a function of power P .

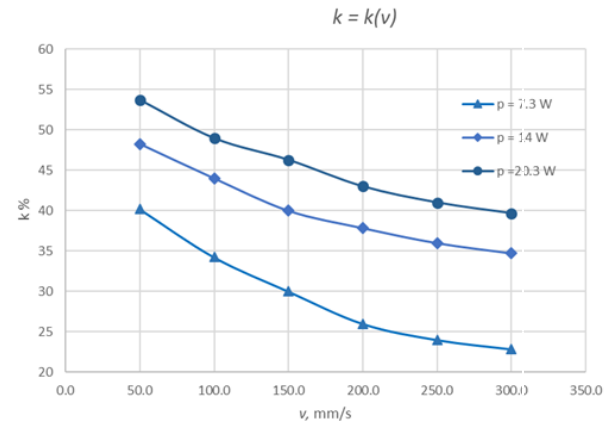


Figure 6b. Contrast k as a function of speed v .

The analysis of the results of experimental studies of the effect of the processing speed v on the contrast k is summarized and presented in the graphs (figure 6b). The graphs shows three dependences of the contrast k on the velocity v for three different laser radiation powers 7.3 W; 14 W and 20.3 W. For the investigated range of velocity v from 50 mm/s to 300 mm/s, a nonlinear decrease in contrast k is observed for all three laser powers. Comparing the three power graphs shows that the graph with $P = 7.3$ W has a greater slope than with 14 W and 20.3 W.

In order to better find out where the most successful working intervals are from the technological point of view, the rate of contrast change $\Delta k/\Delta v$ was calculated in the speed range v from 50 mm/s to 300 mm/s. For better visualization of the analysis, the interval of velocity v is divided into two sections: 50 ÷ 200 mm/s and 200 ÷ 300 mm/s. The results of these calculations $\Delta k/\Delta v$ are shown in Table 2.

Table 2. The rate of contrast change $\Delta k / \Delta P$, [%/W] in the power range and the rate of contrast change $\Delta k / \Delta v$ [%/mm·s⁻¹] in the speed range.

Speed v , (mm/s)	Power P , 7.3 ÷ 14 W	Power P , 14 ÷ 20.3 W	Power P , (W)	Speed v , 50 ÷ 200 mm/s	Speed v , 200 ÷ 300 mm/s
50	1.8	0.70	7.3	0.093	0.03
150	1.5	0.95	14.0	0.07	0.035
200	1.2	0.75	20.3	0.073	0.04

Analysis of the graphs and tables shows that the lowest values of the contrast change rate are in the range for powers P - 14 ÷ 20.3 W and for processing speeds v - 200 ÷ 300 mm/s.

Finally, the following recommendations can be made from this analysis: In this research, as the recommended operating interval for optimal contrast (more than 35%) for the studied power ranges $P = 7.3 \div 20.3$ W and speed $v = 50 \div 300$ mm / s.

There may be recommendations as follows:

$P = 14 \div 20.3$ W. in the range for processing speed $v = 200 \div 300$ mm / s.

In this analysis, we were guided by two factors that are related to the optimization process:

- on the one hand - reading the markings, both visually and with the help of automatic recognition systems.

- on the other hand - to achieve a high processing speed v (200 ÷ 300 mm / s) with an optimal operating power P (14 ÷ 20.3 W) for a specific technological CO₂ laser system.

Another feature that we registered during the research is that in the area of marking there is no melting of the main material from which the eggshell is made. The interaction of the marking process is related to the sublimation method of processing, i.e. we have direct destruction and dusting of the base material.

6. Conclusion

The ability to spot the right area, label and evaluate a product right on production lines is critical for laser marking of food and especially for chicken eggs. This study was divided into three phases.

First, the study was aimed at clarifying the geometry of the marking zone and its functional dependencies on technological processing parameters. The results of this study were published at the scientific conference „Radiation Safety in the Modern World” of the National Military University „Vasil Levski” in year 2019 in Bulgaria.

At the second phase - there was a research of the influence of the power of technological parameters P and the processing speed v on the achievement of the optimal contrast k in the range from 35% to 55%, which was the subject of this study.

The third phase - future of our research is related to the development of algorithms for determining the optimal position of the marking on the surface of chicken eggs. This is due to the fact that the eggs have a specific oval shape, which, in turn, affects the focusing and defocusing of the workpiece during laser processing.

References

1. Myo Min Aung, Yoon Seok Chang. Traceability in a food supply chain: Safety and quality perspectives. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.11.007>
2. Bruno Peres, Nicolas Barlet, Gérard Loiseau, Didier Montet. Review of the current methods of analytical traceability allowing determination of the origin of foodstuffs. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2005.09.018>
3. <https://www.agroinvestor.ru/analytics/news/28981-potreblenie-yaytsa-v-mire-vyrastet-v-1-5-raza/>
4. <https://www.agri.ee/ru/markirovka-kurinyh-yaic>
5. <https://www.videojet.com/content/dam/pdf/NA%20-%20English/Application-Notes/an-inkjet-vs-laser-for-egg-coding-us.pdf>
6. Ming-Fei Chen, Wen-Tse Hsiao, Wei-Lun Huang, Chun-Wei Hu, Yu-Pin Chen. Laser coding on the eggshell using pulsed-laser marking system. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2008.02.075>
7. Ming-Fei Chen, Yan-Hsin Wang, Wen-Tse Hsiao. Finite element analysis and verification of laser marking on eggshell. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2008.02.065>
8. B. J. Bartholomeusz, M. C. Gupta. Laser Marking of Thin Organic Films. DOI: 10.1364/AO.31.004829
9. <http://www.cnshb.ru/AKDIL/0062/base/RS/000488.shtm>
10. https://www.researchgate.net/figure/Cross-section-of-the-eggshell-and-distribution-of-known-matrix-proteins_fig2_41110738
11. <https://advances.sciencemag.org/content/4/3/eaar3219/tab-figures-data>
12. <https://nplus1.ru/news/2018/04/02/cracking-eggshells>
13. P Ćeirs, I Adijāns, Analysis of the possibility of laser marking of eggs using CO₂ laser, Сборник доклади от научна конференция Радиационната безопасност в съвременния свят. „Васил Левски” 22 ноември 2019 г. ISSN 2603 4689 стр. 174-182.
14. Долчинков Н. Т., Лазерът – създаване, развитие и перспективи, Годишна научна конференция на НВУ „Васил Левски” – 27-28 юни 2019 г. ISSN 2367-7481 стр. 456-465

The generalization of these three studies will ultimately lead to optimization of laser marking parameters and providing contrast, and stable marking that is correctly positioned on the working surface of the eggs.

Acknowledgements: The authors gratefully acknowledge financial support by the European Regional Development Fund, Postdoctoral research aid Nr. 1.1.1.2/16/I/001 research application „Analysis of the parameters of the process of laser marking of new industrial materials for high-tech applications, Nr. 1.1.1.2/VIAA/3/19/474”.

ЯДРЕНА БОМБА. ХАРАКТЕРИСТИКИ, УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП НА ДЕЙСТВИЕ. ИЗПОЛЗВАНЕ И РАЗПРОСТРАНЕНИЕ ПО СВЕТА

Анелия Михайлова

NUCLEAR BOMB. CHARACTERISTICS, DEVICE AND PRINCIPLE OF ACTION. USE AND DISTRIBUTION WORLDWIDE

Anelia Mikhailova

Abstract: *The proliferation of nuclear weapons is one of the most serious dangers looming over the future of humanity. At the end of 1979, more than a hundred countries signed the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons. By 2012, eight countries around the world had developed and tested their own nuclear weapons. Of the nearly 65,000 nuclear weapons in 1985, just over 23,000 remain today, of which only 4,400 are usable.*

Key words: *nuclear weapons, nuclear states, world, rockets, ships, hydrogen bomb, charge*

Увод

Атомната бомба е експлозивно оръжие, което използва ядрени реакции чрез ядрено делене или ядрен синтез [1, 6]. Тези оръжия могат да освободят огромни количества енергия, причинявайки широко разрушение и смърт от малко количество материя. Ядрените реакции се делят на няколко типа – разделяне на тежки ядра, сливане на леки ядра, радиационен разпад и пр. В зависимост от преобладаващата реакция в конкретната бомба, тя може да бъде четири типа.

Тя е най-ранният вид ядрено оръжие. Работният ѝ принцип се основава на деленето на ядрата на тежки нестабилни елементи, като уран-235 или плутоний-239. Протичащата реакция е неконтролируема и верижна, довеждаща до имплозията на ядрения материал вътре в бомбата и последващо отделяне на огромно количество енергия под формата на лъчение, светлина и топлина.

Атомната бомба е ядрено оръжие, използващо енергията, която се отделя при верижна реакция на делене на тежки атомни ядра. Атомната бомба е плод на европейската научна мисъл от края на XIX – първата

половина на XX век и на страховете и амбициите на великите сили по времето на Втората световна война [2, 7].

Първата успешна разработка е проектът Манхатън, реализиран от САЩ през годините на войната, но основните учени, които го инициират и довеждат до успешен край са европейски граждани. Тази многонационалност и осъзнаването на ужасните разрушителни възможности на атомната и на по-късно създадената водородна бомба подпомагат разпространението на информация за бомбата.

Първите 3 бомби са взривени през 1945 г. като финална фаза на проекта „Манхатън“:

- На 16 юли край Аламогордо, Ню Мексико е извършен първият в света ядрен опит, наречен „Тринити“ (взривена е имплозивна плутониева бомба с мощност 20 kt).
- На 6 август над Хирошима, Япония е взривена бомбата „Малчугана“ (артилерийска уранова бомба с мощност 13 kt).
- На 9 август над Нагасаки, Япония е взривена бомбата „Дебелака“ (аналог на „Тринити“).
- Руснаците взривяват първата си атомна бомба РДС-1 на 29 август 1949 г. на полигона Семипалатинск в Казахстан.

Първата атомна бомба в историята, с която е проведен ядрен опит [3]. Самият първи взрив на атомно оръжие преминава под кодовото название „Trinity“. В утрото на 16 юли 1945 година, на полигона Аламогордо, намиращ се на около 100 км от едноименния град в щата Ню Мексико е проведено първото изпитание на плутониева бомба. Експлозията е била чута в радиус от 160 км. Образувалата се гъба се издигнала на височина 11 км, а високи нива на радиация са били измервани в радиус 190 км от епицентъра на взрива. С този взрив се слага началото на атомната ера в човешката история.

„Малчугана“ е кодовото име на урановата бомба, разработена от американската армия, в рамките на Проект „Манхатън“. Това е първата ядрена бомба, която е използвана като оръжие и е хвърлена над японския град Хирошима на 6 август 1945 година. Бомбата се взривява на около 600 метра над центъра на града и предизвиква топлинна вълна, която достига 4000 градуса по Целзий в радиус от близо 5 километра. Умират около 78 000 души. До края на 1945 година броят на загиналите достига около 140 000 от общо 350 000 жители на града [4,9].

Три дни след бомбардировката над Хирошима, на 9 август 1945 година, САЩ пускат над друг японски град – Нагасаки бомбата „Дебелака“. Тя е втората от двете ядрени бомби (другата е „Малчугана“), използвани при военни действия и нейното детониране е третата сътворена от човека ядрена експлозия. Бомбата убива на място около 39 хиляди жители на града, други 25 хиляди са ранени. До края на 1945 година броят

на загиналите вследствие на облъчването с радиация надхвърля 70 000. На 15 август 1945 година Япония капитулира, с което се слага край на Втората Световна война [3].

BAKER. 21 KT. Една от трите атомни бомби, които трябвало да участват в операцията Crossroads през 1946 година. Ядрените опити, в рамките на операцията, са проведени от Съединените щати в Тихия океан. Целта на опитите е да се установят ефектите от използването на атомните бомби срещу кораби. Планирано е взривяването на три бомби, но са взривени само две – на 1-ви и 25-и юли, а третият опит е отменен, след като е установено, че радиоактивното замърсяване на бомбардираните кораби не може да бъде отстранено. Bikini Island, край чиито брегове е проведен теста става негоден за живеене.

Цар Бомба 58 МГТ е названието на руска водородна бомба, най-мощното ядрено оръжие, което е създавано и взривявано някога по време на ядрени изпитания. На 30 октомври 1961 година бомбата е пусната с парашут над остров Нова земя [5]. При взрива се е създадо налягане от 1 милион атмосфери, а температурата на въздуха достигнала 10 милиона градуса. Огненото кълбо по време на взрива е с радиус 4,6 км, а ядрената гъба е с височина 67 км. Светлинното лъчение е могло да причини изгаряния трета степен в диаметър от 100 км. Ударната взривна вълна обикаля земното кълбо три пъти. На острова, където е проведен теста не остава никаква следа от сгради или живот, абсолютно всичко е сравнено със земята.

Още по време на войната е предложена идея за „супербомба“, която да използва принципа на ядрено сливане за получаване на енергия [8].

През 1952 САЩ детонират първата водородна бомба, чиято мощ е стотици пъти по-голяма от тази на най-мощните бомби, изпробвани дотогава – с мощност около 10 000 000 тона тротилов еквивалент.

Устройство и принцип на действие.

- Принцип на действие.

Деление ядрата на урана. Това делене е пример за ядрена реакция.

В случая то се съпровожда с отделяне и на няколко по-леки частици – неутрони, α -частици, β -частици – γ кванти.

Тъй като специфичната енергия на връзката за средно тежките ядра е по-голяма, отколкото за урана, общата маса на продуктите от деленето е по-малка от масата на ядрото на уран

- $^{92}\text{U}233$
- $^{92}\text{U}235$
- $^{94}\text{Pu}239$

На тази разлика в масите, според формулата на Айнщайн съответства огромна енергия – 200 MeV, която се отнася от разлитащите се частици, получени при деленето.

Както ще видим, този факт е от огромно значение за развитието на ядреното оръжие и атомната енергетика.

Характерните особености на двете реакции са следните:

- при всяко разпаднало се ядро се отделят около 200 MeV енергия;
- получават се 2-3 неутрона;
- изпускат се два гама-лъча;
- образуват се две радиоактивни „парченца“

В резултат на тези продукти на делението на всяко ядро при разпадането на ядрения заряд, който е изграден от неизброимо количество ядра, се формират основните бойни свойства на ядреното оръжие.

За да протече верижната реакция, необходими са следните условия:

- да имаме един от трите изотопа уран 233, уран 235 или плутоний 239.
- Само на тези изотопи е присъща верижната реакция и затова те се използват за ядрени заряди;
 - коефициентът на развитие на реакцията да бъде равен или по-голям от 1 и да клони към 2 и 3, което ще рече от образуваните 2 или 3 неутрона най-малко 1 да вземе участие в следващото делене;
 - ядреният заряд да се вземе в така наречената критична маса.
 - Критична маса е минималното количество заряд, при което протича верижната реакция.
 - В заряд под критичната маса верижна реакция не протича, взрив не се получава, при положение че не са създадени специални за целта условия.
 - Във всички случаи, когато зарядът е равен на критичната маса или е по-голям от нея, протича верижна реакция и се осъществява взрив.

В зависимост от положението, което заема центърът на ядрения взрив спрямо повърхността на земята (водата), различаваме следните взривове:

- въздушен
- земен
- подземен
- подводен

Отделената енергия създава:

- ударната вълна
- светлинното излъчване
- електомагнитния импулс
- проникващата радиация
- радиоактивното заразяване на местността [2].
- Ударна вълна

Ударна вълна се нарича областта на рязко и значително по величина сгъстяване на средата (въздуха, почвата, водата), което се разпространява със свръхзвукова скорост във всички посоки от центъра на взрива.

- Светлинно излъчване

Светлината по своята природа представлява електромагнитни трептения, които се изпускат от атомите на веществото при преминаване на електроните от далечните слоеве на обвивката в по-близки към ядрото. Светлината се излъчва на порции (кванти).

- Електромагнитен импулс

В зависимост от дължините на вълните тези електромагнитни трептения имат различна енергия, различна характеристика и се възприемат различно от органите на човешкото тяло.

- Проникваща радиация

Ядреният взрив се съпровожда от мощни невидими и неосезаеми ядрени излъчвания, тясно свързани с преобразованията, които стават в ядрата на атомите. При тези преобразования се изпускат алфа- и бета-частици, гама-лъчи и неутрони. материали. Следователно проникващата радиация представлява интензивен поток от гама-лъчи и неутрони, които се излъчват в продължение на 15 — 25 секунди [8].

- Радиоактивно заразяване

При ядрения взрив се образуват големи количества радиоактивни продукти, в които се включва нереагиралото ядрено гориво, изкуствените радиоактивни вещества, образувани под действието на неутронния поток и парченцата на делене. Основен източник на радиоактивното заразяване при ядрения взрив са парченцата на делене на ядра на заряда, които представляват смес на повече от 200 изотопа на 35 елемента, чийто период на полуразпадане варира от части на секундата до хиляди, даже милиарди години.

2.Устройство.

Съвременните ядрени боеприпаси по външен вид съществено не се различават от обикновените, но те се различават коренно от тях по своето вътрешно устройство и принцип на действие.

По принцип всеки ядрен боеприпас се състои от следните елементи:

- тяло (корпус);
- боен (ядрен) заряд;
- датчици за взривяване;
- система на автоматиката;
- източници за захранване.

Бойният (ядреният) заряд е главният елемент на ядрения боеприпас. Той се състои от заряд на делящото се вещество, отражател на неутроните, заряд от обикновено взривно вещество и източник на не-утрони. Зарядът на делящото се вещество се приготвя от материали, способни да се делят

под действието на неутроните с всякаква енергия. Таки-ва материали са уран 233, 235 или плутоний 239. Зарядът от дялящото се вещество до момента на взрива трябва да се намира в подкритично състояние [2]. Ако той е в надкритична маса, взривът може да възникне всеки момент в резултат на случайно попадане на неутрони в заряда от космическите лъчи или на самоволното деление на ядреното гориво.

В зависимост от способа за привеждане на под-критичната маса на заряда в надкритична, бойните заряди се разделят на ядрени заряди от оръдеен тип и ядрени заряди от имплозивен тип.

В бойния заряд от оръдеен тип до момента на взрива ядреният заряд е разделен на две (или повече), изолирани една от друга части, масата на всяка от които е по-малка от критичната маса. За да се реализира ядрен взрив, необходимо е подвижната част на заряда да се съедини с неподвижната в едно цяло.

Преместването на подвижната част на ядрения заряд се извършва, като се взриви зарядът от обикновеното взривно вещество.

Датчиците за взривяване служат за формиране на команда за взривяване на боеприпаса, след като той достигне зададеното му положение по отношение на целта.

Датчиците биват ударни (контактни) и дистанционни (неконтактни).

Ударните (контактните) датчици за взривяване се задействат в момента, когато боеприпасът срещне преграда. За да се повиши сигурността на взривяването, те се поставят на различни места по корпуса, с което се осигурява задействане поне на един датчик при среща с целта [8].

Дистанционни (неконтактни) се наричат датчиците, които се задействат в предварително определен момент, а така също и датчиците, които се задействат от енергията, която се излъчва или се отразява от целта. В качеството на дистанционни (неконтактни) датчици за взривяване най-често се използват радиодатчици.

Системата на автоматика се състои от следните основни възли: предпазителна система, блок на автоматика и система за аварийно взривяване.

Предпазителната система служи за предпазване от случайно или преждевременно задействане на детонаторите на боеприпаса при съхраняването, проверките, транспортирането, подготовката за използване и за полета над района, опасен за собствените войски. Тази система се състои от няколко степени, които се задействат последователно отговорно с предварително поставената им програма [4].

За да се повиши сигурността, всички степени се дублират.

Блокът на автоматиката е предназначен за създаване на високоволтови електрически импулси, които се подават на

електродетонаторите за едновременно им взривяване и на неутронния източник за осигуряване началото на верижната реакция на деление в момента, когато се достигне предварително определената надкритична маса от даденото дялящо вещество. Блокът на автоматиката се задейства по команда на датчиците за взривяване.

Системата на автоматика се състои от следните основни възли: предпазителна система, блок на автоматика и система за аварийно взривяване. Предпазителната система служи за предпазване от случайно или преждевременно задействане на детонаторите на боеприпаса при съхраняването, проверките, транспортирането, подготовката за използване и за полета над района, опасен за собствените войски. Тази система се състои от няколко степени, които се задействат последователно отговорно с предварително поставената им програма. За да се повиши сигурността, всички степени се дублират.

Разпространение по света

След САЩ и СССР атомно оръжие разработват Великобритания, Франция, Китай, Индия, Израел, Южна Африка и Пакистан.

Израелската ядрена програма е тайна и Израел не е провеждал официално тестове на атомна бомба.

Южна Африка, след ограничени тестове на уранова бомба от артилерийски тип и производството на 6 бомби е единствената страна, която е прекратила ядрената си програма [5].

Горивото от бомбите и е пригодно за употреба в атомни реактори.

Счита се, че ако Германия, Япония и Канада бъдат лишени от ядрения чадър на САЩ, могат в кратки срокове (2 – 3 месеца) да произведат атомни бомби, тъй като имат собствена високо развита атомна индустрия за енергийни нужди.

Седемте атомни сили, провели официални пълноценни атомни тестове (САЩ, Русия, Великобритания, Франция, Китай, Индия и Пакистан) са успели при първия си опит.

Северна Корея вероятно е осмата такава сила. Тя провежда атомен опит на 9 октомври 2006 г.

Към 2012 година осем държави в света са разработили и изпробвали собствени ядрени оръжия. Пет от тях са официално признати ядрени сили по силата на Договора за неразпространение на ядрените оръжия (ДНЯО) [6, 9].

Литература

1. Albright, David et al. Neptunium 237 and Americium: World Inventories and Proliferation Concerns (PDF). // isis-online.org. Institute for Science and International Security, 22 август 2005. Посетен на 13 октомври 2011. (на английски);

2. Sharon Squassoni and David Fite, Brazil's Nuclear History, Arms Control Today (October 2005);
3. Federation of American Scientists (fas.org) (2 октомври, 1999). Nuclear Weapons Programs – (Brazil);
4. Federation of American Scientists (fas.org) (4 февруари, 2005). Nuclear Weapons Program – (Egypt);
5. Dolchinkov, N., History and development of nuclear weapons, International scientific journal: Security@future 1/2018, june 2018, ISSN 2535-0668 Стр. 32-35;
6. Dolchinkov, N., Nuclear weapons in NATO, International scientific journal: Science. Business. Society 4/2018, ISSN 2367-8380 стр. 181-184
7. Долчинков Н., Ядреното оръжие – състояние и развитие на съвременния етап на развитие на света, Годишна научна конференция на НВУ „Васил Левски” – 27-28 юни 2019 г. ISSN 2367-7481 стр. 146-157;
8. Пъдарев Н., Поразяващо действие на ударната вълна при ядрен взрив върху инфраструктурни обекти, Сборник доклади от Научна конференция „Актуални проблеми на сигурността”, том 6, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски”, 2020, с. 91-100, ISSN 2367-7475
9. Харалампиев М., Стратегически приоритети на страните притежаващи тактически ядрени оръжия, Сборник доклади от Научна конференция „Актуални проблеми на сигурността”, том 6, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски”, 2020, с. 141-149, ISSN 2367-7475.

Адрес за кореспонденция:

Мл. серж. курсант Анелия Руменова Михайлова: НВУ „Васил Левски“, Велико Търново, България; E-mail: andrey__iliev@outlook.com

ОСНОВНИ ПОНЯТИЯ В ОПТИКАТА. РАЗВИТИЕ НА ОПТИКАТА

Кристияна Митрева

BASIC CONCEPTS IN OPTICS. DEVELOPMENT OF OPTICS

Kristiana Mitreva

Abstract: *An optical cable is a type of cable in which data is transmitted by a light wave. For this reason, this type of cable is also called an optical fiber. Glass or plastic with very good optical properties is usually used to build the main core - unlike most currently used wires, where the data carrier is an electrical pulse and the core is most often made of conductive material. An overview of the characteristics of different types of optical cables and the trends of their development is made.*

Key words: *communications, characteristic, optical cable, optical fiber, use*

Увод

Забележителният арабски учен Alhazen (~ 1000 г.) изучава сферични и параболични огледала. Alhazen правилно предполага, че очите пасивно получават светлина, отразена от обектите, а не излъчват светлинни лъчи. Той дава обяснение също на законите за отражение и пречупване, като ги обяснява с по-бавната скорост на разпространение на светлината в плътни среди.

Оптиката заема важно място в живота на хората [1, 8]. Тя намира приложение в много уреди, мрежи и дори в човешкото тяло (очите) като му помага да възстанови увредени органи. Намесата на оптиката в живота на хората помага за развитието на много различни неща. В България съществуват много луксозни оптични центрове, които предлагат услуги с високо качество и точна диагностика за нуждаещите. Изработват се и много оптики, които се използват на фотоапаратите за добър фокус и по-добро качество на снимките. Оптиката се среща и в телескопите, които използваме за наблюдение на звездите и небето, като ни помага да опознаем непознатото.

Същност на оптиката

Оптиката е дял на физиката, изследващ поведението и свойствата на светлината, нейното взаимодействие с материята, както и изработването на инструменти, които я използват или откриват [7]. Оптиката обикновено описва видимата, инфрачервената и ултравиолетовата светлина. В същото време, тъй като светлината е електромагнитна вълна, други форми на електромагнитно излъчване като рентгеново лъчение, микровълни и радиовълни проявяват подобни свойства

Повечето оптични явления могат да се обяснят с помощта на класическата електромагнитна теория на светлината [2]. Светлината се моделира като сбор от частици, наречени фотони. Практическата оптика обикновено се извършва в рамките на опростени модели. Най-често срещаната от тях, геометричната оптика, разглежда светлината като праволинейно разпространяващи се лъчи; към нея спадат явленията отражение, пречупване и диаграми на хода на лъчите в огледала, лещи и оптични инструменти. Вълновата оптика е по-цялостен модел на светлината, който включва вълнови ефекти, като например дифракция и интерференция, които не могат да бъдат обяснени с геометричната оптика. Квантовата оптика е частта от оптиката, където се проявяват квантовите ефекти на светлината: топлинно излъчване, ефект на Комптън, ефект на Раман и различни фотохимични процеси. Нелинейната оптика изучава взаимодействието на светлинните полета с висок интензитет с веществото [4].

Оптични уреди

Оптичните уреди са устройства, в които излъчване в съответна област на светлинния спектър (в ултравиолетовата, видимата и инфрачервената част) се преобразува (пропуска, отразява, пречупва, поляризира). Обикновено под термина „оптични уреди” се разбират устройства, които работят във видимата част на светлинния спектър [3, 7].

Основни характеристики на оптичните уреди са: – Способността им да концентрират излъчването от светлинния източник – Способността им да различават съседни елементи в едно изображение, т.е. това е разделителната способност – Съотношението между размерите на предмета и неговото изображение формира възможностите за увеличение на уреда.

За много оптични уреди определяща характеристика е размерът на зрителното поле, т.е. това е ъгъла под който от центъра на уреда се виждат крайните точки на наблюдавания обект [4, 5, 10]. Разделителната способност е характеристика, която показва способността на оптичните уреди да дават контрастно изображение на две възможно най-близки една до друга точки в обекта.

Оптична мрежа

Оптична мрежа е телекомуникационна мрежа, която използва сигнали, кодирани в лъчи светлина, за предаване на информация между различните възли. Те работят както в местни мрежи (LAN) така и в големи компютърни мрежи (WAN), включително глобалната, която обхваща различни райони и региони – национални, международни и презокеански [6]. Това е форма на оптична комуникация, която се осъществява с оптични усилватели, лазери или светодиоди и мултиплексиране на различни дължини на вълната (WDM) за пренос на големи количества данни по оптични кабели. Поради възможността да се постигне много висока пропускателна способност, тя е подходяща за такива съвременни технологии като интернет и телекомуникационни мрежи, които предават по-голямата част от информацията, генерирана от хората и машините.

Раздели на оптиката

Оптиката се разделя на няколко вида. Това са: геометрична оптика, нелинейна оптика, вълнова оптика, квантова оптика, градиентна оптика. Всеки вид изследва различните явления на светлината в средата.

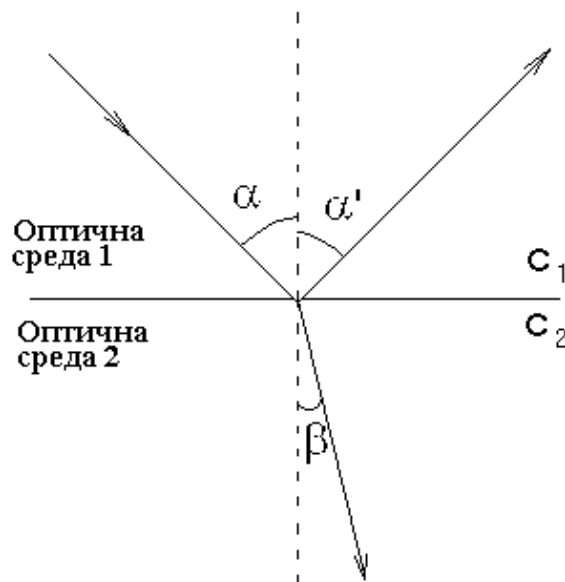
Основни понятия:

Геометричната оптика е раздел от оптиката, изучаващ разпространението на светлината в прозрачни среди и принципите на построяване на изображението при преминаване на светлината през тези среди. Разпространението се счита за праволинейно и се изобразява с помощта на светлинни лъчи [12]. Те представляват теоретичен, а не физичен елемент и са способ за построяване на различните диаграми. Основните явления са отражение и пречупване, което се подчинява на закона на Снелиус. Геометричната оптика изучава изображенията, получени при различни видове огледала и лещи [4, 8].

Основни закони на геометричната оптика (или лъчева оптика)

Светлинен лъч: - математически смисъл – линията, по която се разпространява светлината; безкрайно тънък сноп светлина; - физически смисъл – достатъчно тесен светлинен сноп, с крайно напречно сечение, който може да съществува изолирано от другите снопове. а) Закон за праволинейното разпространение на светлината Светлината в прозрачна еднородна среда се разпространява по права линия. (Евклид, 300 г.пр.н.е.) Експериментално доказателство: - образуване на сянка при осветяване на предмет от точков източник; - получаване на изображение чрез малък отвор. Нарушение: При отвор $\sim 1\mu\text{m}$ образ не се наблюдава, екранът е равномерно осветен. Обяснява се от учението за дифракцията. б) Закон за независимостта на светлинните снопове (лъчи) Разпространението на всеки светлинен сноп в дадена среда не зависи от това дали в тази среда се разпространяват или не други светлинни снопове. Експериментално доказателство: Осветлението на екрана нараства пропорционално при включване на нови източници. Нарушение: Изяснява се от учението за

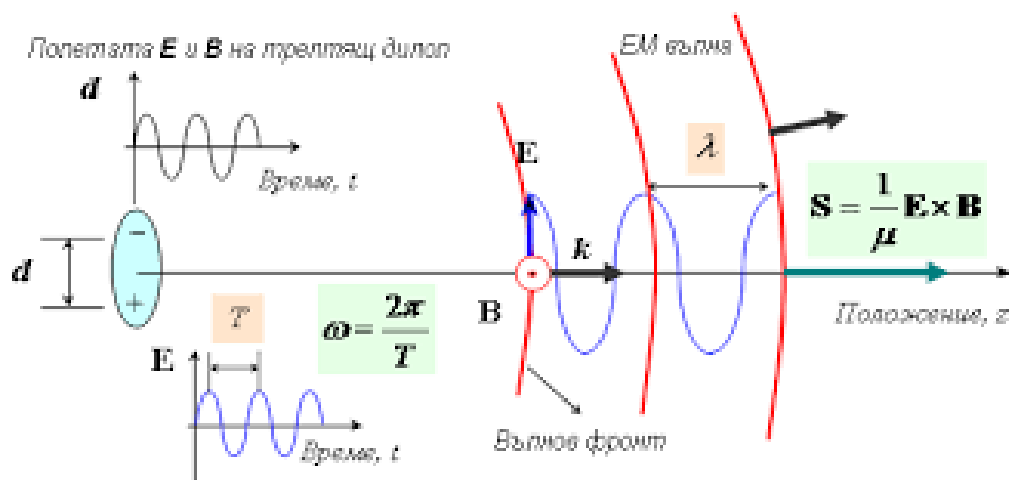
интерференция на светлината. в) Закон за отражение на светлината (Евклид, 300 г.пр.н.е.) Падащият лъч, отразеният лъч и нормалата в точката на падане лежат в една равнина. Ъгълът на падане е равен на ъгъла на отражение. (Фиг.1)



Фиг.1. Пречупване и отражение на светлината

Нелинейна оптика

Нелинейна оптика (НЛО) е раздел от оптиката, който изследва явленията при разпространение на светлината в нелинейна среда [9]. В такава среда диелектричната поляризация P не е линейна функция на електричното поле E на светлината. С други думи, атомните осцилатори не реагират линейно на падащите светлинни вълни. Обикновено такава нелинейност се наблюдава при много висок интензитет на светлината, например при лазерите [6]. В нелинейната оптика се изследват и използват многофотонни процеси, преобразуване на честотата на светлината, принудено предизвикани процеси като комбинационно разсейване на светлината и разсейване на Манделщам – Брилюен, самофокусиране, обръщане на вълновия фронт и др. (Фиг.2). Създадените въз основа на нелинейната оптика параметрични генератори (с пренастройване на честотата), оптични модулатори, оптични изправители и др. намират приложение в телекомуникациите и фотониката, обработката на информация, спектроскопията и оптичните схеми за изчислителната техника.

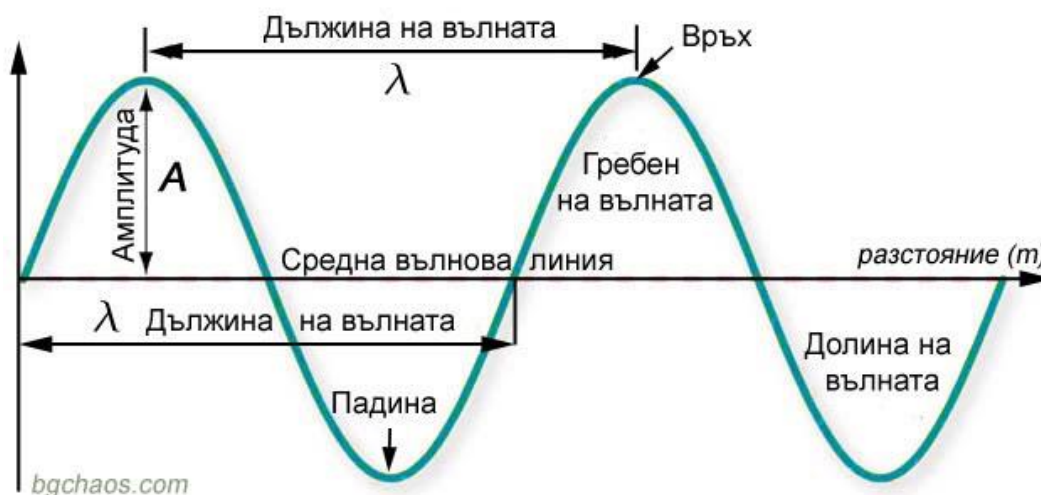


Фиг.2. Третьяк дилоп

Вълнова оптика

Вълнова оптика, понякога наричана физична оптика е раздел на оптиката, който изучава вълновите явления на светлината като дифракция, интерференция, поляризация, с други думи тези явления, при които геометричната оптика е неприложима.

Вълнова теория – Кристиан Хюйгенс, 1678 г. Нидерландски физик (14.04.1629 – 8.07.1695) Светлината представлява еластична вълна, разпространяваща се в еластична хипотетична среда – етер, запълващ цялото пространство и проникващ във всички тела. Принцип на Хюйгенс: Всяка точка, до която е достигнал вълновият фронт е източник на елементарни сферични вълни, разпространяващи се във всички посоки. Обвивките на тези вълни представляват новия фронт на вълната.

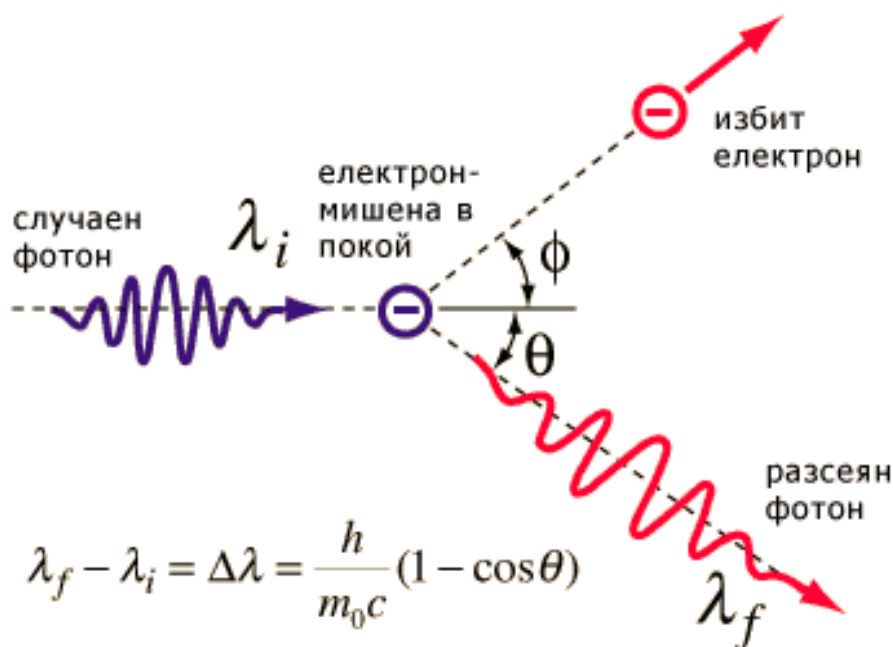


Фиг.3. Движение на вълната

Квантова оптика

Квантова оптика се нарича разделът от оптиката, изучаващ явления, в които се проявяват квантовите свойства на светлината. Такива явления са например: топлинното излъчване, фотоелектрическият ефект, ефектът на Комптън, ефектът на Раман, фотохимичните процеси, стимулираното излъчване (и съответно физиката на лазерите) и др.

Квантовата оптика е по-обща теория от класическата оптика. Основният проблем, с чието решаване се занимава, е описание на взаимодействието на светлината с веществото с отчитане на квантовата природа на обектите, а също така и описание на разпространението на светлината в специфични условия. За да стане възможно решаването на тези задачи е необходима да бъдат описани от квантова гледна точка и веществото (средата на разпространение, включително вакуум), и светлината. За по-просто често се прибегва до следните методи: единият компонент на системата (светлината или веществото) се описва като класически обект. Например често при пресмятанията, свързани с лазерните среди се квантува само състоянието на активната среда, а резонаторът се счита за класически. В случай обаче че дължината на резонатора е от порядъка на дължината на вълната, то той вече не може да се приеме за класически и поведението на атома във възбудено състояние, поставен в такъв резонатор, ще е много по-сложно (Фиг.4) [3].



Фиг.4. Движение на фотон

Приложение

Лещата или оптиката се изработва най-често от оптично стъкло [7]. Оптиката е в основата на работата на всички фотоапарати и видеокамери. Оптика се използва при телескопите, оптични измервателни устройства, оптични кабели за пренос на данни, бинокли и други.

При биноклите: обикновено се проектират за специфична област на приложение. Това поражда разлики в определени оптични параметри, някои от които се отбелязват на самия уред. Такава практика има и при фотоапарати и кинокамери, обективи и окуляри на микроскопи и др., както и по-модерна дигитална техника, която използва оптика [8].

Оптичният кабел е неметален кабел, съставен от едно или няколко оптични влакна. Всяко от тях е обвито в пластмасов кожух в определен цвят, с който се означава конкретния вид на влакното. Той е по-съвременно техническо решение за пренос на информация на големи разстояния от стандартните медни коаксиални кабели, защото може да пренася по-голям обем данни с чувствително по-ниски загуби и смущения на сигнала, разстоянията за пренос са несравнимо по-дълги и има нисък риск от корозия [9, 10, 11].

Развитие

В своето историческо развитие оптиката преминава през различни периода на натрупване на експериментални данни и изграждане на теоретични модели за описание на разпространението на светлината в различни среди [10]. Револуционна промяна се случва с появата на мощни кохерентни източници на светлина, каквито са лазерите. В настоящия доклад ще разгледаме качествения скок, който предизвикват лазерните източници в оптиката и новите възможности за развитие на различни приложения и технологии. До появата на лазерните източници се е считало, че оптичното поле не променя оптичните свойства на средата, което се определя от ниските интензитети на светлината, получавани от класическите източници. Тази част от оптиката е известна като линейна оптика. В линейната оптика показателят на пречупване и поглъщането са независими от интензитета на светлината, в сила е принципа на суперпозицията. Друг важен експериментален резултат е, че при преминаване през материална среда светлината не променя своята честота (цвят). При разпространение на два или повече светлинни снопове в една среда между тях няма взаимодействие. Не е възможно да се управлява поведението на светлинен сноп със светлина.

Оптическите ефекти, които зависят от интензитета на оптичното лъчение се наричат нелинейни ефекти. Тази част от оптика, която изучава нелинейните ефекти (оптиката на мощните светлинни полета) се нарича нелинейна оптика. До появата на лазерните източници наблюдаваните нелинейни ефекти са много малко. Това се определя от ниския интензитет

на класическите източници на светлина, поради което наблюдаваните оптични ефекти не зависят от интензитета на светлинното поле. Лазерните източници са генератори на светлина, чийто интензитет позволява достигане на интензитет на електричното поле на електромагнитната вълна от порядъка на $10^7 \dots 10^9$ В/см и повече. Това поле е сравнимо с вътрешно атомното поле, създадено от електромагнитното взаимодействие на ядрото и електрона в един атом.

При появата на мощни кохерентни светлинни източници се наблюдава нарушаване на установените принципи. Наблюдава се промяна на честотата на светлинната вълна при преминаване през материална среда. Светлинната вълна променя оптичните свойства на средата, което може да се използва за управление на светлинни снопове със светлина и други интересни ефекти. Тези факти определят разделянето на оптиката на два основни клона: линейна оптика и нелинейна оптика. За да обосновем реални критерии за това деление и да можем да оценим във всяка конкретна ситуация какъв тип оптични процеси са възможни- линейни или нелинейни, ние трябва да познаваме модела за описание на разпространението на светлината в една среда.

Използвана литература:

1. Оптика – Уикипедия
2. Илиев М., Оптика, Университетско издателство „Св. Климент Охридски“, София, 2012 г;
3. http://web.uni-plovdiv.bg/viraneva/Lekcii_EMO_zadochno/vupros_21.pdf
4. Н.Иванчев, Д.Алахверджиева, Учебник за техникумите по фина механика и оптика, София, 2012 г;
5. Василев Т., Обща физика част 2, том 2, Оптика, София, 2015 г;
6. http://www.prirodninauki.bg/wp-content/uploads/2016/07/LUU_2015_01_D_IvStefanov_Evoljucija-v-razvitieta-na-optikata_linejna-i-nelinejna-optika.pdf;
7. Долчинков Н., 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. Долчинков Н., Определяне на фокусното разстояние на лещи, 43 национална конференция по физика – гр. Благоевград – април 2015 г. ISBN 978-954-580-354-3 стр. 130-136;
9. Трифонов Т., И. Иванов, Особенности при анализ на звукови сигнали с голям динамичен диапазон, Годишник на Националния военен университет Васил Левски, стр. 158-167, Изд. компл. НВУ Васил Левски, Велико Търново, ISSN 1312-6148];

10. Ангелов И., Привързване на полеви комуникационни и информационни възли с оптични кабелни линии, Списание „СІО. Chief Information Officer“, Издателство „Ай Си Ти Медиа“ ЕООД, Печат „Алианс принт“ ЕООД, 2019, бр. 7, с. 63-64, ISSN 1312-5605;

11. Трифонов Т., Иванов И. С., Усилвател на заряд за пиезоелектрични приемници, Сборник научни трудове на Висше военно общовойсково училище - ВВОУ „Васил Левски“, Кн. Ном.53, - с. 285-289, Издателски комплекс на ВВОУ „Васил Левски“, В. Търново, 1997, ISSN 0861-0312, УДК 621.391.

12. Иванов И. С., Цонев Е., Бобев И., Пускови процеси в DC/DC преобразовател, Известия ТУ-Сливен, Трета научна конф. Сливен 2004, том 3, 2004, с.26-34, Сливен, ТУ-София, ИПФ, ISSN 1312-3920

Адрес за кореспонденция:

Мл. серж. курсант Кристияна Георгиева Митрева: НВУ „Васил Левски“, Велико Търново, България; E-mail: kristiqna_0@abv.bg

ИЗПОЛЗВАНЕ НА ЛАЗЕРИТЕ ВЪВ ВОЕННАТА ИНДУСТРИЯ И КОНТРОЛНАТА ДЕЙНОСТ

Тотю Донеv

USE OF LASERS IN THE MILITARY INDUSTRY AND CONTROL ACTIVITIES

Totyu Donev

Abstract: *The laser and its combat application were first demonstrated to the general public more than 60 years ago. From then until today, along with its applications in the service of human progress, the active work on its implementation as an effective means of defeating various types of targets has not stopped. Scientists from the United States, Russia, China, India, and Israel are the most active in advancing the combat use of the „rays of death.” An overview and analysis of the development of laser weapons in the world at the moment and the directions of development are made.*

Key words: *application, control activities, laser, military industry, use.*

За пръв път лазерът и неговото бойно приложение са демонстрирани пред широката общественост преди повече от 60 години, когато е показано действащото лазерно устройство на американския физик Теодор Мейхан. От тогава до днес наред с приложенията му в службата на човешкия прогрес не е преставала активната работа по внедряването му като ефективно бойно средство за поразяване на различни видове цели [1]. В напредването на бойното използване на „лъчите на смъртта“ най-активни са учените от САЩ, Русия, Китай, Индия и Израел. По този въпрос работят и техните колеги от Великобритания, Япония, Южна Корея, Германия и Иран. Думата „лазер“ е абревиатура от словосъчетанието Light Amplification by Stimulated Emission Radiation, което се провежда като усиляване на светлината чрез стимулирано лъчение“. В лазерното оръжие като поразяващ елемент се използва лазерния лъч, получен при преобразуването на електрическа, светлинна, топлинна или химическа енергия. Лазерното оръжие действа почти мигновено, като електромагнитният лазерен импулс се движи със скорост близка до тази на светлината (около 300 000 км/сек.) Това създава условия за успешна и точна стрелба по бързо движещи се цели. Тяхното унищожаване става за броени секунди. Излъчваният импулс поразява с голяма точност участъка

от целта, без да поразява околните предмети. Това е изключително важно при бягащи бойци, по движещи се бойни машини и по летящи обекти (самолети, вертолети, дроне и ракети). Неговото поразяващо действие по живи цели може да доведе до временно или постоянно ослепяване на човек, а по бойната техника – механично разрушаване (разтопяване или изпарение на корпуса на поразения обект).

Съществено предимство на лазерното оръжие е липсата на демаскиращи фактори, характерни за останалите видове оръжия – огън, дим и силен звук. При „изстрел“ липсва неприятния откат. „Боекомплектът“ зависи изключително от мощността на източника на енергия и ако той е включен към него, „патроните“ му не свършват. Сред учените липсват еднопосочни оценки за ефективността на лазерното оръжие. Критиците посочват някои сериозно недостатъци, които до днес не са намерили решение. Едно от тях е разсейването на лазерния лъч. Например на дистанция около 250 м. при нормални външни условия петното на лазерния лъч е с диаметър 0,3 - 0,5 м., в резултат на което температурата му рязко намаля. Разстоянието значително се съкращава при наличието на мъгла, дим и валежи. Друг съществен недостатък е високата енергоемкост, поради което коефициентът на полезното им действие е много нисък. Това изисква прекалено много разход на енергия за поразяване на по-големи цели.

Лазерното оръжие може да се използва само при пряка видимост на целта [6]. Ако лъчът среща каквито и да било прегради, той намаля своята поразяваща способност. Независимо от посочените недостатъци работата по усъвършенстването на това перспективно оръжие спира. Едни от най – популярните лазерно проекти е с обозначение YAL-1A, разположен на самолет Boeing-747-400F. Неговото основно предназначение е да унищожава балистични ракети на противника на участъка на тяхната активна траектория. Максималния обсег на системата YAL-1A е около 200-250 км. Проблемът с използването му е, че на такава дистанция за противниковите средства за ПВО Boeing-747 представлява лесна мишена. Две нови лазерни системи правят невероятен пробив в областта на лазерните оръжия. Nautilus и Skyguard са основата на химическия лазер TNEL с мощност 1 мегават. Създателите твърдят, че с негова помощ могат да се поразяват крилати ракети реактивни снаряди, балистични ракети с малък обсег и безпилотни самолети.

Американските адмирали проявяват определен интерес към лазерните оръжия. Те се базират на възможността за ефективно поразяване на цели при липсата на прегради по морската повърхност. Надеждата им е учените да създадат корабни лазерни системи за противоракетна и противовъздушна отбрана. Активна работа по разработването на противоракетни лазери протича в Израел. Ракетите от тип „Касам“, които

използват палестинците, създават изключително неприятни проблеми на израелците. Успешното противодействие излиза доста скъпо на данъкоплатците и разработването на лазерна противоракетна система се струва като доста апетитна алтернатива. Така се появява лазерната система за противоракетна отбрана Nautilus, която е съвместна разработка на американската компания Northrop Grumman и израелски специалисти. Не след дълго обаче Израел се оттегля от проекта поради надделяване на скептичните становища на високопоставени израелски военни. През 2011 г. е показана нова отбранителна система TLS, в която влизат лазерно устройство и скорострелно оръдие. С нейното разработване се заемат компаниите Boeing и BAE Systems. Системата трябва да може да поразява крилати ракети, вертолети, самолети, дронове и надводни цели на разстояние до 5 км. Немската оръжейна компания Rheinmetall работи по един перспективен проект за нов тактически високомощен лазер High Energy Laser (HEL), който може да се монтира на колесна или верижна бойна машина на пехотата.

Бойни лазери били разработвани и в бившия СССР още в началото на 60-те години на миналия век. Най известни съветски проекти в тази област са продукт на програмите „Тера“ и „Омега“. Изпитванията на бойните лазери били извършвани на полигоните в Казахстан. През 1984 г. с лазерен локатор, явяващ се елемент на програмата „Тера“, била облъчвана американската сова „Чалънджър“. В резултат на това системата за свързка и важно оборудване на кораба била изведена от нормален режим на работа. Членовете на екипажа почувствали необяснима умора и временно разстройване на координацията. Американците сметнали, че причината е електромагнитно въздействие от територията на тогавашния СССР. През 1982 г. в обединението „Астрофизика“ била разработена самоходна лазерна установка за противодействие на оптикоелектронните прибори на противника „Стилет“. След няколко години тя била заменена от комплекса „Сангвин“ притежаващ по-широки възможности. Атакувайки подвижна въздушна цел на разстояние 8-10 км, тя могла да разруши оптичните приемни устройства на целта.

В 1986 г. била изпитана успешно палубна версия на лазерната установка „Аквилон“. Тя била предназначена за поразяване на оптикоелектронните системи на бреговата охрана. През 1990 г. бил разработен самоходен лазерен комплекс „Сжатие“, който в автоматичен режим осъществява търсене и насочване на обекти. По това време защитата от 12-те лазера на комплекса с различна дължина на вълната било невъзможно.

Лазерното оръжие се характеризира с тайни приложения (отсъствие на пламък, дим и звук), практически мигновено действие, лъчът се разпространява със скоростта на светлината и възможност за приложение в

пределите на пряката видимост. Ефективно е действието на лазерното оръжие в космоса. Изстрелът с лазерно оръжие е многократно по евтин от традиционното оръжие. Лазерното оръжие не предизвиква жестоки експлозии, не оставят следи, парчета и части, които да могат после да бъдат анализирани. Пораженията са локализирани и е трудно да се установи откъде и кой ги е предизвикал. Искаме да заменим опустошителните взривове от бомби и ракети с прецизни оръжия с ограничено поражение. Такива са оръжията с насочена енергия - лазерно оръжие и микровълново оръжие.

Поразяващото действие на лазерното оръжие зависи от мощността 4 на лазера, продължителността на импулса, честотата на следване на импулсите, диаметърът на снопа, дължината на вълната, прозрачността на атмосферата, надморската височина и намалява в сложни метеоусловия (мъгла, дъжд, снеговалеж, задименост, замърсяване на атмосферата, листопад, вятър, летящи обекти и др.).

Лазерният лъч прониква в човешката кожа на различна дълбочина, в зависимост от слоевете на кожата и дължината на вълната. Вижда се, че най-дълбоко проникват червените лъчи. Най-голямо проникване – (2 – 2,5) mm – в биологичните тъкани имат лъчите на He-Ne лазер. Част от лъчите се отразяват от повърхността на кожата и когато тя е бяла, отражението достига до (30– 40) %. В дълбочина на тъканите разсейването на лъчите е значително. Колкото прозрачността на кожата е по-голяма, толкова по-дълбоко прониква лъчението и толкова в по-голям обем се разпределя лъчистата енергия.

Лазерното оръжие може да се използва за поражения освен върху техниката и оптико- електронните прибори и така и върху живата сила (главно поражение на очите). Ефективно е приложението на лазерното оръжие извън атмосферата, където няма изкривяване и поглъщане на лазерния лъч и се достига разстояние на действие хиляди километра. Скоростта на разпространение на лазерния лъч е 300 000 km/s, което означава мигновено поражение или 3 000 km лазерният лъч ще измине за 0,01 s (10 ms). С лазерен лъч с дължина на вълната 10,6 μm и с мощност на излъчването 60 kW е изгаряна дървена мишена на разстояние 8,5 km още през 70 години на миналия век. Противотанкови управляеми ракети се унищожават с химичен лазер с изходна мощност 400 kW.

На 1 март 2018 г. Владимир Путин съобщи пред Федералното събрание за бойния лазер „Пересвет” като част от ново стратегическо въоръжение на руската армия. Военните използват различни видове лазери и за всякакви цели, от обикновени лазерни показалки до свръх секретни лазерни оръжия за поразяване на различни сили. Лазерите биват с различна големина, мощност, дължина на вълната, и цел. Биват монтирани на кораби, самолети, пехотни машини или просто носени от хора. Биват

използвани от всички военни части. Най-малките, маломощни и елементарни лазери се използват като лазерен мерник на различни огнестрелни оръжия. Подобряват точността и бързината на стрелците. Най-новите оръжия имат дори и лазерно самонасочване, такова оръжие е пушката XM25. Обхвата и е около 700 метра XM25, използва лазерен далекомер, с който се определя точното разстояние до препятствието, след което войникът може да добави или извади до три метра от това разстояние, за да може куршумът да премине през бариерата и да експлодира над или до целта.

Най-широко използване на лазерите във военното дело е на лазерната далекометрия и лазерното поразяване. Лазерната далекометрия представлява измерване на разстояния с помощта на инфрачервен лазерен лъч. Инфрачервените лъчи не се влияят от мъгли, и облаци. Чрез тях се изчислява точното разстояние до целта. Също така има самонасочващи се ракети, които локализируют къде да попада лъча и улучват целта в 99 % от случаите. В повечето случаи лазерния лъч е на самолет, който оказва на самонасочващите се танкови ракети целите и разстоянията до тях. Лазерната далекометрия може да се извършва и от преносими лазери за по-близки цели, те са по-мобилни, по-малки и за тяхното управление е нужен само един човек. Принципа на работата е същия, лазерния лъч се отразява от целта и се връща отново в устройството, като за времето за което е изминал пътя се изчислява колко далече е обекта.

Другите типове лазери са за поразяване на различни цели като ракети, самолети, танкове и други, на които правилната им работа зависи силно от електрониката. Поразяващите лазери са супер мощни от 1 kW до повече от 100 kW (за сега лазерите над 100 kW са само прототипи подлежащи на доусъвършенстване). Принципа на работа на тези лазери е излъчването на много силен и кратък лазерен лъч към дадена цел. С тези лазери могат да се взривяват всякакви обекти, които имат някакво запалимо гориво в себе си. Най-често се монтират на военни кораби. С помощта на този лазер се прихващат и унищожават вражески ракети, но тази технология подлежи на усъвършенстване. Лазерите, които се вграждат в самолетите не е най-новата идея, още в началото на 80-те Русия прави първия самолет с лазерно оръдие, целта на този прототип е унищожение на американски спътници над Русия.

Лазерен далекомер е преносим компактен прибор, измерващ разстояние посредством отразен светлинен лъч. Използва се лазерен източник на светлина, заради кохерентността на лъча, трудно постижима с други средства. Скоростта на светлината е константа, така че устройството излъчва къс светлинен импулс или поредица от импулси, като измерва времето за което изминават разстоянието до обекта на измерване, изчислява разстоянието и го показва на дисплей. Насочването обикновено

става визуално като далекомаера е сдвоен с оптичен прибор, който наблюдателя насочва към обект в желаното място на измерване. Описаният принцип не работи добре при много малки дистанции, поради високата скорост на светлината и нуждата от много бързо превключващи излъчвател и приемник на светлина в прибора. Поради разсейването на светлинния лъч в атмосферата, с увеличаване на далечината се натрупва грешка при измерването.

Далекомерите се ползват за измерване разстоянието при картографиране или планиране на големи строежи, в игра на голф или при лов на животни с пушки с оптика. Ако обектът се движи, може да бъде изчислена скоростта му на сближаване/отдалечаване спрямо излъчвателя с използване на Доплеров ефект. Това всъщност са лазерните скоростомери (познати като радари), ползвани от пътната полиция. По-старите използват Доплеровия ефект в радиочестотния диапазон (радиовълни), но могат да засекат само отражение от метален предмет (автомобил). Радиовълните са електромагнитно излъчване и имат същата скорост като светлината.

Военната употреба на далекоми е свързана с корекцията за насочване на огъня от различни видове оръжия, предимно артилерия (танкова, гаубици, ракетна). При далекомерите, употребявани в армията, излъчвателят предава поредица от импулси, които са кодирани с цел разпознаването на заблуждаващи сигнали, които противниковата техника излъчва за смущаване на измерването и получаване на грешни данни. Обикновено такъв далекомер е част от устройство за автоматично изчисляване на корекциите за стрелба. Самолета се е казвал "Beriev A-60". Но след падането на съветския съюз се разпада и така наречената програма "Falcon-Echelon".

В момента разработват други модерни лазерни оръжия, които могат да се използват от самолети не само за локализиране на цел, но и за директна атака чрез лазери от порядъка на KW до 1 MW. За сега първият самолет свалил балистична ракета с лазерен лъч е американска разработка.. Използваната лазерна установка била разположена на носа на модифициран за целта самолет Boeing-747-400F. Лазерната установка с висока мощност и Loskheed Martin, разработили системата за управление на лазерния лъчи насочване на огъня. Първото успешно летателно изпитание на лазера с въздушно базиране бе осъществено през август 2009г., когато инфрачервените датчици на лазерната система проведоха успешно прехващане и съпровождане на летящата ракета-мишена. Американската фирма „Рейтиън“ демонстрира новият си противовъздушен лазер на авиоизложението „Фарнбъроу“ в Хемпшир. Апаратът "Laser Close-In Weapon System (CIWS) може да се използва както самостоятелно, така и в комбинация с оръдейна система.

Лазерното оръдие бе използвано в серия тестове за сваляне на безпилотни летателни машини. Според „Рейтиън“ лазерът с твърда сърцевина произвежда 50-киловатов лъч и може да се използва срещу безпилотни апарати, някои оръдия, ракети и малки кораби. Идеята за такива приложения на лазера съществува още от самото му откриване през 1960 г. Повечето от информацията за комплекса е класифициран, обаче, според експерти, тя вероятно изпълнява задачите на въздух и ракета защита.

Според директора на „Центъра за анализ на световната търговия с оръжие“ Игор Коротченко, бойният лазер „Пересвет“ може успешно да се използва в борбата с безпилотни летателни апарати... Освен това неговата ефективност пряко зависи от условията на околната среда; Работи перфектно при хубаво време, но мъгла, дъжд, сняг и други неблагоприятни метеорологични условия могат да попречат на лазерния лъч. Експертът също така добави, че такива инсталации консумират много електроенергия, така че използването им като преносим инструмент е малко вероятно да работи; но в бъдеще те ще могат да защитят много военни бази и други обекти от проникването на безпилотни летателни апарати на тяхна територия. Принципът на работа се основава на лазерно осветяване на оптични разузнавателни системи, включително разузнавателни спътници. По-специално може да се използва за покриване (маскиране) на изходните позиции на МБР. Работи се за подобряване на компактността и мобилността на комплекса. Комплексът включва самата лазерна инсталация и поддържащи машини, включително тези с източници на енергия.

Най-често срещаните видове лазери: - Полупроводникови лазери (главно лазерни диоди), електрически (или понякога оптично), ефективно генерират много високи изходни мощности (но обикновено с лошо качество на лъча) или ниски мощности с добри пространствени свойства (например за използване в CD и DVD плейъри), импулси (например за телекомуникационни приложения) с много висока честота на повторение на импулсите. Специалните видове включват квантови каскадни лазери и повърхностно излъчващи полупроводникови лазери, като последните са подходящи и за генериране на импулси с висока мощност [2]. Лазерното оръжие се разделя на следните видове: прогарящо, ослепяващо, електромагнитно импулсно, прегряващо и проекционно (на облаците се проектира картина, която деморализира неподготвените и суеверни противници).

Съществуват проекти за най-различни видове лазерни оръжия: с малка мощност - за ослепяване и унищожаване на жива сила; със средна мощност - за поразяване на електронно-оптическите прибори и силовото въздействие върху летящи обекти; с голяма мощност - за силовото

въздействие върху самолети, вертолет, ракети, спътници и др. Почти идеална среда за разпространяване на лазерния лъч е космосът. Държави, производители на лазерно оръжие: Русия, САЩ, Израел, Китай, Япония, Франция, Великобритания, Германия, Южна Корея, Иран и др. При лазерното оръжие трябва да се отчете: - лазерният лъч не се влияе от гравитационното поле на Земята; - затихването на лазерния импулс в атмосферата; - отражението на лазерния лъч от металните повърхности, огледала и други. - времето за облъчване (действието на лазерния лъч зависи от времето на облъчване); - разсейването на лъча; - трудност за генериране и формиране на паралелен лъч.

Лазерното оръжие може да се използва за поражения освен върху техниката и оптико-електронните прибори и така и върху живата сила (главно поражение на очите). Ефективно е приложението на лазерното оръжие извън атмосферата, където няма изкривяване и поглъщане на лазерния лъч и се достига разстояние на действие хиляди километра. Скоростта на разпространение на лазерния лъч е 300 000 km/s, което означава мигновено поражение или 3 000 km лазерният лъч ще измине за 0,01 s (10 ms). С лазерен лъч с дължина на вълната 10,6 μm и с мощност на излъчването 60 kW е изгоряна дървена мишена на разстояние 8,5 km още през 70 години на миналия век. Противотанкови управляеми ракети се унищожават с химичен лазер с изходна мощност 400 kW. Съществуват трудности при приложение на лазерното оръжие: - трудна навигация и изменение на траекторията на лъча; - не голямо разстояние на действие, вследствие затихване и разходимост на лазерния лъч; – неспособност да преминава през облаци и т. н. Целесъобразно е поразяване с лазерно оръжие на: - бомбардировачи във въздуха, безпилотни самолети, вертолет; - подводници; - танкери, кораби, самолетноносачи; - балистични, крилати и междуконтинентални ракети; - разрушаване на комуникации, електрозахранващи мрежи, резервоари с гориво, резервоари с химически агенти, резервоари с природен газ; - разгонване на демонстрации, поразяване на снайперисти и др.

За лазерно оръжие се използват следните видове лазери: - газодинамичен лазер на въглероден двуокис (CO_2) – за 10 μm ; Газодинамичен лазер. Правилно е да се казва суперлуминесцентен излъчвател с молекулярно-термодинамично напompване. Предимството на газодинамичния лазер е голямата развивана мощност в режим на непрекъснато излъчване [3]. Тя може да достигне стотици kW в непрекъснат режим на работа (което е недостижимо за съвременните лазери). Недостатък е голямото количество консумирано гориво, габарити и маса. За орбитално приложени засега има сериозни недостатъци [7].

Основно приложение за поразяване на междуконтинентални балистични ракети (МБР) на ускоряващия участък и бойните блокове на

МБР на трансатмосферния участък от траекторията. - химически лазери: = деутериево- флуорен (DF), лазер с мощност няколко MW и дължина на вълната $\lambda = (3,5 - 4) \mu\text{m}$, за която атмосферата е прозрачна; = флуоро – водороден (HF) лазер; = кислородо- йоден лазер (COIL) - ексимерни лазери (Eximer lasers, Excited state dimmer lasers) Един начин за изменение траекторията на лазерния лъч е следната. Ексимерен лазер с дължина на вълната 300 nm {ултравиолетова (УВ, UV) област} е разположен на Земята и изпраща своя лъч на геостационарен спътник с огледало с диаметър 5 m.

Отразеният лъч попада на “бойно огледало”, намиращо се на спътник с ниска орбита (100 km). Това огледало с помощта на ИЧ телескоп насочва и концентрира лъча на лазера към стартираща например ракета носител, радиолокационна станция и др. Ексимерните лазери могат да работят както в импулсен, така и в непрекъснат режим [5]. Излъчването при тях като правило е в ултравиолетовия диапазон (UV, УВ). Бойното приложение на ексимерните лазери с орбитално базиране - унищожаване на космически транспортни средства, бойни блокове на междуконтинентални ракети, вражески оръжия, комуникационни и разузнавателни системи с орбитално базиране, високо летящи атмосферни цели и др. Мощността на бойните ексимерни лазери може да бъде от порядъка на десетки MW в импулсен режим за сметка на много малка продължителност на импулса. Енергията на единичен импулс може да достигне няколко kJ [4], което е достатъчно за разрушаване на стени на горивни резервоари, устройствата на телеметрията и на връзките, товарните отделения и др. - лазери на свободни електрони (Free electron lasers, FEL). - рентгенови лазери (X-ray lasers, XASER) и - твърдотелни лазери (ТТЛ, Solid-state lasers, SSL). Сега вече мощността на лазерите в импулсен режим достига до няколко гигавата (GW) при продължителност на импулса до няколко фемто (femto) секунди (fs), с което се увеличава разстоянието на поражение.

Химическите лазери нямат външен хранващ източник. Те се монтират и на космически станции. Имат мощност до мегавати (MW). Пример са флуоро– водороден (HF) лазер; кислородо- йоден лазер (COIL); деутериево– флуорен (DF) лазер. Деутериево- флуорен (DF) лазер има мощност– мегавати (MW), дължина на вълната $(3,5 \div 4) \mu\text{m}$. Нямат външен хранващ източник, а енергията се получава от химическа реакция на вещества. Използват се в космоса. Могат да поразяват между- 11 континентални и балистични ракети до с радиус до 500 km. Рентгеновите лазери (X– ray laser, Xaser, XASER) работят в рентгеновата част на спектъра на дължина на вълната $10 \text{ \AA}$ ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$). Интензивността на излъчване е $(10^{13} - 10^{15}) \text{ W/cm}^2$. Тук фокусирането на лазерното излъчване е проблем, защото оптиката в рентгеновия диапазон не работи. Затова източник на напompване тук е ядрения взрив.

Рентгеновият лазер е устройство с еднократно действие. Ядреният взрив го разрушава, но 1 μ s преди разрушаването лазерът излъчва импулс. Подходящи са за монтиране на космическа станция. Тези лазери могат да унищожават ракети при движение по балистични траектории. Първият експериментален рентгенов лазер е построен и изпитан в щата Невада през 1981 г. Рентгеновият импулс е бил с продължителност 10 ps, дължина на вълната 1,4 nm, енергия на един импулс от порядъка на 100 kJ. Следователно развиваната мощност в импулса е 10 TW. Ако целта се намира на повърхността на Земята, зад мощен атмосферен щит, да се порази с лазер от оптичeskия диапазон е невъзможно [11]. Рентгеновият орбитален лазер ще се справи с тази задача, освен това неговото лъчение може да премине през метрови бетонни плочи. При зад атмосферни цели рентгеновото излъчване практически не се отразява от огледални метални щитове на противолазерната защита. Т.е. рентгеновият импулс унищожавашита и това, което се намира зад него. Като мощен импулсен източник на твърдо рентгеново и гама излъчване може да служи ядрен или термоядрен взрив във вакуум.

Както е известно, част от енергията на атмосферен ядрен взрив се губи за създаване на фронт на ударната вълна. Във вакуума където реално няма ударна вълна, практически цялата енергия на взрива се изразходва за електромагнитния импулс [10, 12]. Има технологични възможности за създаване на боеви рентгенови лазери с орбитално базиране. Химическият лазер ATL (Advanced Tactical Laser), който е кислородно – йоден (COIL) се монтира на борда на самолет C-130H. Лазерната стрелба се извършва през отвор с диаметър 125 cm. Лазерът има мощност няколко MW и далекобойност до 400 km. Лазерно оръжие има и на самолети C-135, B-52, „Боинг 747- 400F” и др. Американската агенция по перспективни разработки (DARPA, Defence Advanced Research Projects Agency) разработи ново лазерно оръжие (High Energy Liquid Laser Area Defence System, HELLADS) за самолет изстребител за унищожаване на ракети от разстояние десетки km. Теглото на лазерната система е 750 kg с охлаждането и заема обем 2 m³.

Лазерното оръжие се монтира на самолети, безпилотни самолети, въртолети, ракети, кораби, катери, самолетноосачи, подводници, спътници, космически кораби, совалки, бронетранспортъори, танкове, джипове и др. Лазерното оръжие може да се използва за разгонване на демонстрации в градски условия. Оптиелектронен турел, Optoelectronic turret Термин от военната техника. Това е оптиелектронен прибор, който се монтира на летящи обекти, самолети, спътници и др. Той е с дву или четири осова жироскопна стабилизация и съдържа термовизионна камера, навигационна термовизионна камера, камера за видимия диапазон, лазерен далекомер,

видеосъпровождаща система (Videotracker), GPS навигатор и екстри по поръчка.

Термовизионната камера е с охлаждан фотоприемник (NETD- 35 mK) тип FPA (например тип MCT) с чувствителност 3-5 μm , изход CCIR. Навигационната термовизионна камера също с FPD фотодетектор (може и неохладен) със спектрална чувствителност 8-12 μm , с поле по хоризонтала и вертикала 240 x 180 и изход CCIR. Камерата за видимия диапазон е 1/3`` цветна CCD матрица с поле 120 x 90 (0,530 x 0,40).

Лазерният далекомер е на дължина на вълната 1,06 μm , с диапазон 20 km $\pm$ 5 m. Като опция има късовълнова инфрачервена камера с CCD матрица с чувствителност 0,7-1 μm , 750 x 576 pixels (пиксела), изход PAL. Промислени турели типове EOT-9, EOT-16. Приложение за наблюдение и разузнаване. Лазерни пистолети, Laser pistols В сравнение с традиционните пистолети лазерните пистолети имат повисока далекобойност, по- висока точност и не издават звук, светлина и дим при изстрел. При лазерните пистолети се използват матрици от фазово синхронизирани диодни лазери (Phase-locked diode laser arrays). Те са съставени от диодно напмпвани твърдотелни микролазери (DPSS microlasers). В случая се използват диодно напмпвани YAG лазери, които работят в импулсен режим. С лазерните пистолети на разстояние 2,5 km се получава плътност на енергията 1,08 kJ/cm² и температура повече от 400о С.

Лазерен бластер Laser blaster Бластер значи взривател, но под лазерен бластер се разбира често лазерна винтовка, лазерен пистолет и др. Лазерен меч, Laser sword Това е светлинен меч с твърдотелен лазер-оръжие на джедаите от света на междוזвездни войни. Цветът на лазера се определя от кристали при изработката [13]. Най-често използвания цвят е син. Лазери за мечове са от високи класове, което е опасно за здравето на човека. Дръжката на меча е дълга от двадесет и четири до тридесет сантиметра. В дръжката има енергийна клетка и от един до три многообразни адегански или илумски кристали. Клетката се изтощава само когато лазерния меч реже или пробива. Кристалите фокусират енергията на енергийната клетка [12]. Когато мечът се включи тази енергия излиза във формата на лъч. След кристалите има енергиен канал, енергиен конвертор и енергиен циркулатор. Лъчът обикновено е дълъг един метър. Когато лазерния меч е включен от енергията острието жужи. В светлинен меч, който има един кристал не може да се променя дължината на острието. Ако лазерния меч има три кристала на него може да се променя дължината на острието. Тази дължина се променя от регулатор. Регулаторът е разположен от външната страна на дръжката. На дръжката има и копче за включване и изключване на светлинния меч, регулатор на мощността. Има лазерни мечове с двойно острие или това са два лазерни меча в едно с обща дръжка [14].

Лазерни ракети и лазерни ракетни системи. Лазерно управлявани бомби Laser Missiles and Laser Missile Systems. Laser Guided Bombs Лазерно насочване, Laser guidance Тук става въпрос за използване на лазерите за целенасочване. В цивилния живот има много устройства с лазерно насочване- термометри, ролетки, линеали, прободни триони, bar-code четци, електронни преводачи и др. Много съвременни автомобили се използва тримерна GPS система с лазерно насочване. Имат възможност за извеждане на данните от измерителните прибори (скоростомер, километраж) на предното стъкло [9]. Това позволява на водача да ги вижда с периферното си зрение, без да се отвлича от пътната обстановка. Тази идея е използвана от създателите на уникална система за GPS навигация с название Virtual Cable. Системата използва лазер, леци и движещо се огледало, което проектира лазерна показалка на стъклото. Картината действително е триизмерна и не е възможно да объркате маршрута.

Във военната техника има оръжие като бомби с лазерно насочване (LGB, LLLGB), снаряди, куршуми и антикуршуми, ракети с лазерно насочване, огнестрелно оръжие с лазерно насочване [8, 10]. Има ракети, кораби, самолети, совадки с лазерно насочване, GPS системи с лазерно насочване, мишени с лазерно насочване и др. Лазерни технологии в космоса, Laser technologies in space. Приложение на лазерните технологии: лазерни глави за пробиване на отвори в космически обекти, лазерно изчистване на космически боклуци чрез лазерна пушка, лазерно оръжие, лазерни пушки за унижаване на спътници, навигация, измерване, антени, наблюдение, лазерни връзки, противоракетни лазерни комплекси с космическо базиране, лазерна обработка на материали в космоса, буксири с лазерен двигател за космоса, лазерни системи за скачване на космически кораби и др. Лазерно-управляем термоядрен синтез, Laser-Controlled Thermonuclear Synthesis Лазерът се използва за нагряване на веществата до термоядрена температура чрез фокусиране на лазерния лъч.

Термоядрен синтез, управляван с инфрачервен (ИЧ) лазер, Infrared (IR) laser controlled thermonuclear fusion Например чрез лазерът на въглероден двуокис (Carbon dioxide) CO₂ лазер в непрекъснат режим (CW) с мощност 100 W може да се извърши нагряване до температура 86 000 K. Това е еквивалентната температура на абсолютно черно тяло (АЧТ, IBV) с яркост, равна на тази на Слънцето. Лъчението трябва да се концентрира в много малък обем (10⁻⁶ – 10⁻⁷) cm³, плътността на мощността е (10³ – 10⁵) J за време (10⁻⁸ – 10⁻¹¹) s. За термоядрения синтез се използват следните лазери: на въглероден двуокис (CO₂), работещ в импулсен режим; на неодимово стъкло (Ndglass); неодимов (Nd, Neodymium) лазер и други.

Ползвана литература:

1. Долчинков Н. Т., Лазерът – създаване, развитие и перспективи, Годишна научна конференция на НБУ „Васил Левски” – 27-28 юни 2019 г. ISSN 2367-7481 стр. 456-465;
2. Dolchinkov N. T., Lazov L., Shterev Y., Linkov L., Nedialkov D., Study of cutting and labeling of polymethylmethacrylate using a CO2 laser, 12th International Scientific and Practical conference Environment. Technology. Resources. ISBN 1691-5402, Vol 3, 20-22.06.2019 г. Резекне, Латвия, стр. 37-40;
3. Dolchinkov N. T., Shterev Y., Lilianova St., Boganova D., Peneva M., Linkov L., Nedialkov D., Examining the possibility of marking and engraving of textiel using CO2 laser, International journal for science Machines, Technologies, Materials 4/2018 стр 491-493;
4. Lazov L., Dolchinkov N. T., Shterev Y., Boganova D., Peneva M., Study of laser cutting and marking on the felt with the help of a CO2-laser, 12th International Scientific and Practical conference Environment. Technology. Resources. ISBN 1691-5402, Vol 3, 20-22.06.2019 г. Резекне, Латвия, стр. 143-147;
5. Lazov L., H. Deneva, E. Teirumnieka, Study of Auxiliary Gas Pressure on Laser Cutting Technology, Environment. Technology. Resources, Rezekne, Latvia Proceedings of the 11th International Scientific and Practical Conference. Volume III, 159-162;
6. Lazov L., E. Teirumnieks, Application of laser technology in the army, Proceedings of International Scientific Conference “Defense Technologies”, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems, Shumen, Bulgaria, 2018;
7. Lazov L., Angelov N., The 50th anniversary of laser, Technical University of Gabrovo, Bulgaria, 2010;
8. Trifonov, T., Georgieva-Trifonova, T., Ivanov I., Signal processing and storing of high dynamic range acoustic data for knowledge discovery, Communications, Electromagnetics and Medical Applications (CEMA'19), Sofia, Bulgaria, 17-19 Oct. 2019-October pp. 58-62;
9. Tsonev, E., Ivanov I. S., AC Current Pulse Width Control Regulator With Linear Regulation, Journal of BSUAE on Applied Electromagnetism, publ. Trans Black Sea Union of Applied Electromagnetism and Institute of Communication and Computer Systems National Technical University of Athens, Athens, Greece. Vol. 8, Num. 1,2, pp. 61 – 68, June-Dec. 2006, ISSN 1109-1606;
10. Ангелов И., Варианти за привързване на тактически комуникационни системи с оптични кабелни линии, Сборник доклади от годишната университетска научна конференция на НБУ „Васил Левски“,

том 9, с. 61-70, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски“, ВТ, 2018, ISBN 978-619-7246-20-9, ISSN 1314-1937;

11. Ангелов И., Привързване на полевы комуникационни и информационни възли с оптични кабелни линии, Списание „CIO. Chief Information Officer“, Издателство „Ай Си Ти Медиа“ ЕООД, Печат „Алианс принт“ ЕООД, 2019, бр. 7, с. 63-64, ISSN 1312-5605;

12. Трифонов Т., И. Иванов, Особености при анализ на звукови сигнали с голям динамичен диапазон, Годишник на Националния военен университет Васил Левски, стр. 158-167, Изд. компл. НВУ Васил Левски, Велико Търново, ISSN 1312-6148, 2010

13. Wikipedia;

14. <https://fizika.dokumentite.com>.

Адрес за кореспонденция:

серж. Тотю Донеv: НВУ „Васил Левски“, Велико Търново, България; E-mail: totio_id@abv.bg;

РАЗПРОСТРАНЕНИЕ НА ЯДРЕНО ОРЪЖИЕ ПО СВЕТА. ЯДРЕНИ ДЪРЖАВИ. ХАРАКТЕРИСТИКИ НА НАЙ-РАЗПРОСТРАНЕНИТЕ ЯДРЕНИ ОРЪЖИЯ

Наделин Василев

DISTRIBUTION OF NUCLEAR WEAPONS WORLDWIDE. NUCLEAR STATES. CHARACTERISTICS OF THE MOST COMMON NUCLEAR WEAPONS

Nadelin Vasilev

Abstract: *The proliferation of nuclear weapons is one of the most serious dangers looming over the future of humanity. At the end of 1979, more than a hundred countries signed the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons. By 2012, eight countries around the world had developed and tested their own nuclear weapons. Of the nearly 65,000 nuclear weapons in 1985, just over 23,000 remain today, of which only 4,400 are usable.*

Key words: *nuclear weapons, nuclear states, world, rockets, ships, hydrogen bomb, charge*

Увод

Колкото повече страни разполагат с ядрени оръжия, толкова по-голям е рискът тези оръжия да бъдат умишлено използвани не за възпиране, а за унищожаване, да бъде предизвикан конфликт с някоя страна и да попаднат ядрени оръжия и суровини в престъпни групи [7, 8]. Следователно разпространението на ядрени оръжия е една от най-сериозните опасности, които тегнат над бъдещето на човечеството. И все пак не тази грижа е била в основата на първите мерки, предприети за неговото предотвратяване.

Съединените щати вероятно са основният разпространител на ядрени оръжия в света днес. Те открито пренебрегват разпоредбите на договора за неразпространение на ядреното оръжие. Британския флот също така наема ядрени ракети. САЩ „наемат“ подводни балистични ракети (SLBM), които са пуснати в експлоатация на Великобритания, за да бъдат използвани на четири гигантски подводници Trident. Дори бойните глави на W76, които снабдяват американските ракети, наети за Англия, имат части, произведени в САЩ. Бойните части използват система за пренос на

газ (GTS), която съхранява тритий - радиоактивната форма на водорода, която поставя „Н“ в Н-бомба - и GTS инжектира тритий в бойна глава на плутоний или „яма“. в британските тризъбни бойни глави се произвеждат в САЩ. След това те или се продават на кралските семейства, или се раздават в замяна на неразкрит танто за танто. По-голямата част от бойните глави на кралския флот се произвеждат в ядрения оръжеен комплекс в Англия, което позволява на Вашингтон и Лондон да твърдят, че са в съответствие с ДНЯО (Договора за неразпространение на ядрено оръжие). Още по-ясно нарушение на ДНЯО е разгръщането на САЩ между термоядрените бомби 184 и 200, наречени B61, в пет европейски страни - Белгия, Холандия, Италия, Турция и Германия. „Споразуменията за споделяне на ядрена енергия“ с тези равни партньори в ДНЯО – всички от които декларират, че са „неядрени държави“ – открито се противопоставят както на член I, така и на член II от договора. САЩ са единствената страна в света, която разполага с ядрени оръжия в други страни, а в случая с петте партньори за споделяне на ядрени оръжия [10].

Американските военновъздушни сили дори обучават италиански, германски, белгийски, турски, холандски пилоти при използването на B61 в собствените си военни самолети – ако президентът някога поръча такова нещо.

През 1954 г., след като СССР изпитва първото си термоядрено оръжие, запазването на тайната отстъпва пред т. нар. политика на „Атома за мирни цели“ – държавите, които желаят да развиват изследователската си дейност в ядрената сфера, могат да получат помощ от САЩ, стига да се задължат да използват постиженията си само за мирни цели, като остават свободни да провеждат и военна програма, ако са в състояние да я осъществят сами. Благодарение и на натиска, оказван от САЩ и от Съветския съюз, това движение довежда до бързо увеличаване на броя на подписалите страни, сред които се включват и големите индустриални сили - Германия, Япония, Италия, Швейцария, Холандия.

В края на 1979 г. повече от сто държави полагат своя подпис върху договора. През следващите години вълната на присъединяване към Договора продължава и, въпреки разпадането на СССР, се засилва след края на Студената война, но по различни причини великите сили така и не полагат необходимите усилия, за да убедят Индия, Израел и Пакистан да се присъединят към тях. С отказа си да подпишат Договора, тези три държави успяват да изградят своите ядрени арсенали, без да нарушават международните си ангажименти. Днес това вече не би било възможно. Договорът е приет от 189 страни, т.е. от почти всички държави, и нито една от тях не би могла да произведе ядрено бойно средство, без да наруши международните си задължения. Трябва да добавим, че

невъзможността да се извършват ядрени опити никога не е попречила на една държава да се въоръжи [2, 18].

Израел никога не е правил опити с никакво бойно средство, но всички специалисти признават, че разполага с ядрен арсенал; Южноафриканската република официално никога не е извършвала ядрени опити, но имаше половин дузина оръжия; още преди 1998 г. нямаше съмнение, че Пакистан притежава няколко бойни средства. В крайна сметка, проектодоговорът, който САЩ отказват да подпишат, няма друг смисъл освен символичната обвързваща сила, която му придава общественото мнение. Съветският съюз изпробва първата си атомна бомба през 1949 г., а първата водородна бомба през 1953 г [5, 9].

Великобритания взривява първото си бойно средство с ядрен разпад през 1952 г., а първата си бомба със сливане на водород през 1957 г.; за Франция тези дати са съответно 1960 г. и 1968 г.; за Китай - 1964 г. и 1967 г. Освен това, през 1956 г. Франция осигурява на Израел реактора и завода за преработване в Димона, осигурил плутония за първите му оръжия, а Канада доставя на Индия през 1955 г. реактор за тежка вода, произвел плутония за първите индийски бомби. В хронологичен ред на първата експлозия: САЩ, СССР (чийто наследник днес е Русия), Великобритания, Франция и Китай. За разлика от широко разпространеното мнение няма никаква връзка между статута на постоянен представител в Съвета за сигурност на ООН и този на ядрена сила. Първите са страните победителки във Втората световна война, определени в Устава на ООН, подписан на 26 юни 1945 г., дата, на която нито една страна, в т.ч. и САЩ, не разполага с ядрено бойно средство. Държавите, „разполагащи с оръжие“, са тези, които притежават такова към датата на подписване на Договора [2, 3].



Фиг.1 Ядрената карта на света

На фиг. 1. с червено са петте официални ядрени сили, със синьо – страни, прекратили ядрените си програми, със зелено – страни, доброволно отказали се от ядрените си арсенали.

С жълто/бежово са страни, за които се предполага, тайно разработват ядрени оръжия, а с оранжево – други известни ядрени сили.

Към 2012 година осем държави в света са разработили и изпробвали собствени ядрени оръжия. Пет от тях са официално признати ядрени сили по силата на (ДНЯО). По хронологичен ред на ядрените опити това са САЩ, Русия (наследява арсеналите на бившия СССР), Великобритания, Франция и Китай. Още три страни са тествали атомно оръжие извън рамките на ДНЯО – Индия, Пакистан и Северна Корея [10, 11].

Северна Корея е била част от ДНЯО от 1985, но не спазва условията на договора и напуска през 2003. Израел нито отрича, нито потвърждава притежанието на ядрено оръжие от своя страна, и никога не е изпробвал такова. Въпреки това мнозина изследователи предполагат, че Израел е ядрена сила. ЮАР е единствената държава, която е притежавала и впоследствие се е отказала от ядрения си арсенал.

Това е таблица, представяща списък на ядрените сили, годината на тестване на първото им оръжие и приблизителният брой ядрени бойни глави и бомби, с които те разполагат. Това е т.нар. „Ядрен клуб“. Повечето от данните за брой на ядрени единици, представени тук, са приблизителни, а в случая на Северна Корея, Израел и Пакистан може да са доста неточни. Също така това е и броят на ядрените оръжия, които са в бойна готовност, и не е посочен броят на тези, които са просто складирани [10, 14].

От близо 65 000 ядрени оръжия през 1985 година днес са останали малко повече от 23 000, от които само 4400 годни за употреба

Петте страни от ДНЯО

Държава	Ядрени бойни глави активни / общо	Първи ядрен опит
 Русия	2430/11000	1949 („РДС-1“)
 САЩ	2150/8000	1945 („Тринити“)
 Великобритания	300/350	1952 („Ураган“)
 Франция	290/300	1960 („Син тушканчик“)
 Китай	неизв./240	1964 („596“)

Други известни ядрени сили

Държава	Ядрени бойни глави активни / общо	Първи ядрен опит
 Индия	неизв./80–100	1974 („Усмехнатият Буда“)
 Пакистан	неизв./90–110	1998 („Чагай-1“)
 Северна Корея	неизв./6–18	2006 (Неизв.)

Неофициални ядрени сили

Държава	Ядрени бойни глави активни / общо	Първи ядрен опит
 Израел	неизв. / 80 – 200	няма / „Вела“

Фиг.2 Ядрени сили, бойни глави и първи опити.

САЩ разработват първите ядрени оръжия по време на Втората Световна война. Американците започват работа по първата атомна бомба в началото на 40-те години, със сътрудничеството на Канада и Великобритания. Американските военни се опасяват, че Нацистка Германия може да разработи свои ядрени оръжия. Изпитанието на първата бомба („Trinity“ – Троица) е проведено в местността Аламогордо, щата Ню Мексико, през 1945 година. САЩ са първата и единствена страна, която е употребила ядрени оръжия срещу друга държава. Американската авиация хвърля две атомни бомби над Хирошима и Нагасаки в Япония, съответно на 6 и 9 август 1945 година. Страната е и първата в света, която успешно тества водородна бомба през 1952 година [4, 11, 15, 17].

СССР тества първата си атомна бомба (РДС-1) през 1949 година. Част от информацията, необходима за съветския проект, е придобита чрез шпионаж. Руснаците създават своя ядрена програма с цел създаване на ядрен баланс между СССР и САЩ след Втората Световна война. През 1953 е изпробвана едностепенна водородна бомба (РДС-6), а после и двустепенна (РДС-37) през 1955 година. На 31 октомври 1961 година Съветският съюз взривява най-мощното оръжие, създавано някога от човека – 50-мегатонната Цар Бомба. Русия наследява или впоследствие се сдобива с всички съветски ядрени оръжия след разпадането на СССР през 1991 година [1, 5, 16].

Великобритания се превръща в третата ядрена сила в света през 1952 година, тествайки своята първа атомна бомба („Hurricane“ – ураган) край островите Монтебело, Австралия. Почти цялата научно-техническа информация, необходима за британската ядрена програма, е придобита по време на американския проект Манхатън. Великобритания създава своите ядрени оръжия под предлог, че те биха служили за защита в случай на евентуално нападение от страна на Съветския съюз. Днес почти всички британски ядрени бойни глави са монтирани на ракети „Трайдънт“, които се пренасят от подводници.

Франция изпробва първата си атомна бомба през 1960 година („Gerboise Bleue“ – Син тушканчик) и първата си водородна бомба през 1968 година (операция „Канопус“). Решението на Франция за ядрено въоръжаване е мотивирано от отслабналият ѝ статут на Велика сила след Втората Световна война и първият британски ядрен опит през 1952 година.

След края на Студената война французите съкращават ядрения си арсенал със 175 бойни глави и реформират ядрените си войски. Днес Френската армия е разположила почти всичките си бойни глави на подводни ракети и бомбардировачи (като Рафал). Някои бойни глави са монтирани и на МКБР, изстрелвани от подземни силози. Франция обаче продължава активното разработване на нови атомни технологии за военни цели, с цел подновяване на остарелите ѝ оръжия [6, 8].

Китай става последната официална ядрена сила в света. Първата китайска атомна бомба е взривена през 1964 година, а само три години след това и първата водородна бомба (и двата опита са проведени край Лоп Нур). Китай е първата азиатска нация, която се сдобива с ядрени оръжия. За създаването им китайското правителство е мотивирано от нарастващата по това време мощ на САЩ вследствие на Студената война.

Индия е първата страна, тествала ядрено оръжие след създаването на ДНЯО. През 1974 е взривено „мирно атомно устройство“, както индийското правителство го нарича – „Усмивнатият Буда“. Тестът е осъществен край Покхран, щата Раджастан. Създаването на ядрени оръжия в Индия вероятно е било мотивирано от военната заплаха от страна на съседен Китай. Индия твърди, че е изпробвала и водородна бомба през 1998 година, макар повечето специалисти да смятат, че тестът е бил неуспешен, тъй като мощността на оръжието вероятно е била по-малка от 50 килотона тротилов еквивалент. През 2006 година Индия и САЩ подписват споразумение за сътрудничество в областта на ядрената енергия за граждански цели. Страната никога не е била член на ДНЯО. Броят на индийските ядрени оръжия е неизвестен, а предположенията варира силно – от 40 до 200 ядрени единици.

Пакистан започва своята ядрена програма в началото на 70-те години. Първата пакистанска АЕЦ е построена в Карачи по това време, предимно с материали доставени от Западни страни. След капитулацията на пакистанските войски и победата на Индия във войната през 1971 година, пакистанският министър-председател Зулфикар Али Бхуто заявява, че пакистанците ще построят свои ядрени оръжия, дори да се „налага да ядат трева“. След първия индийски ядрен тест пакистанският учен и металург Абдул Кадир Хан открадва схеми на центрофуги за обогатяване на уран от холандската компания URENCO. През 80-те години китайците продават на Пакистан дизайни на стари атомни оръжия, и в края на 80-те години страната се сдобива с потенциал за създаването на примитивни ядрени оръжия. През 1998 година е проведен първият пакистански ядрен тест в окръг Чагай. Абдул Кадир Хан е признал, че е продавал центрофуги и ядрени материали на Северна Корея, Иран и Либия. Пакистан не е член на ДНЯО.

Северна Корея е последната страна, която тества ядрено оръжие. На 9 октомври 2006 година севернокорейците изпробват малка атомна бомба на 2000 метра под земята. Тъй като мощността на устройството е много малка (около 1 килотон), повечето специалисти смятат, че опитът не е бил напълно успешен. Страната е била член на ДНЯО, но се оттегля на 10 януари 2003 година. На 25 май провежда втори ядрен опит с мощност между 2 и 10 килотона. Северна Корея разполага с около 40 кг плутоний, достатъчен за десетина атомни бомби, и продължава да произвежда тази суровина.

Ядреното оръжие е бомба, която използва освободената енергия или друг вид разрушителни ефекти, причинени от ядрени реакции [2, 12, 19].

В историята две атомни бомби са били взривени над вражеска страна, като и двете от САЩ по време на Втората световна война. Първата експлодира на 6 август 1945 над Хирошима и носи названието „Малчугана“. САЩ пускат и втора бомба над с кодовото название ”Дебелака“, която е от имплозивен тип и носи плутоний. Тези две бомби причиняват смъртта на около 200 000 души, главно цивилни, от тежки травми в резултат на експлозиите, а в дългосрочен план умират много повече след години, заради поетите големи дози радиация. Употребата на тези оръжия довежда до спора, доколко необходимо е било използването им.

След Хирошима и Нагасаки, атомни бомби са взривявани над две хиляди пъти по различни поводи, като ядрени опити и за демонстративни цели [7, 13]. Страните, които със сигурност са взривявали такива оръжия, (в хронологичен ред) са: САЩ, СССР, Великобритания, Франция, Китай, Индия, Пакистан и Северна Корея.

Видове бомби според принципа на действие:

1. Атомна бомба

Атомната бомба е най-ранният вид ядрено оръжие. Работният ѝ принцип се основава на деленето на ядрата на тежки нестабилни елементи, като уран-235 или плутоний-239. Протичащата реакция е неконтролируема и верижна, довеждаща до имплозията на ядрения материал вътре в бомбата и последващо отделяне на огромно количество енергия под формата на лъчение, светлина и топлина. Най-често използваните материали за атомни бомби са уран-235 и плутоний-239, по-рядко се използва уран-233. Възможно е нептуний-237 и някои изотопи на америция също да могат да се използват за ядрени оръжия, но не е ясно дали това някога е правено и дори възможността за използването им в ядрени оръжия е предмет на научни спорове.

2. Водородна бомба

Водородната бомба е наричана още термоядрено оръжие, оръжие на принципа на Телър-Улам по името на своите изобретатели Едуард Телър и

Станислав Улам, а в СССР – Третата идея на Андрей Сахаров. Водородната бомба е базирана на ядреното сливане – процесът, който протича в ядрото на звездите, при който две по-леки ядра се сливат в едно по-тежко. При ядреното сливане изходният продукт (по-тежкото ядро) има по-малко количество материя и маса от началните продукти. Загубената материя се преобразува в колосално количество енергия. Най-мощните атомни бомби имат взривна мощ от не повече от 400 килотона; за сравнение, най-мощното термоядрено оръжие взривявано някога – Цар Бомба, е с мощност 57 мегатона, или 57 000 килотона. На практика водородната бомба се състои от две степени – „спусък“, т.е. атомното устройство, и горивото (деутерий/тритий). Петте големи ядрени сили – САЩ, Русия, Великобритания, Франция и Китай – на практика притежават стратегически арсенали предимно от термоядрени оръжия.

3. Неутронна бомба

Неутронната бомба е специфичен вид атомна бомба, при която потокът неутрони, излъчени при взрива е основният поразяващ фактор. Като всяко ядрено оръжие, тя също освобождава светлинна и топлинна енергия, но целевият ефект е излъчването на максимален брой неутрони. Вместо отражателна, обвивката на бомбата е направена от хром и никел, така че всички неутрони, които се отделят при ядрената реакция, да бъдат пропуснати навън. Целта е тези неутрони да предизвикат изкуствена радиоактивност в околната среда. Ефектите от това са, че се разпадат сравнително малък брой атоми при верижната реакция и отделената взривна енергия е сравнително малко. Неутронните бомби обаче са трудни за производство, тъй като използват изотопи с малък период на полуразпад. Това означава, че част от компонентите им трябва да се подменят редовно.

4. Кобалтова бомба

Кобалтовата бомба е вид атомна бомба, чийто външен слой е съставен от кобалт, който при ядрената реакция на плутония в самата бомба се превръща в изотопа кобалт-60 и излъчва огромни количества гама-лъчи.

5. Гравитационна бомба

Гравитационната бомба се смята за едно от първите ядрени оръжия. Бомбата използва земното ускорение и натрупаната кинетична енергия, за да поразява целта.

Използвана литература:

1. Димитров Б., Проблеми и перспективи на обучението в областта на ЯХБЗ в НВУ „Васил Левски“, Годишник на НВУ „Васил Левски“ част 1, 2019 година, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски“ В.Търново, ISBN 1312-6148, стр. 235-243;

2. Груев. С., Проектът „Манхатън“, Изд. „Отворено общество“, София, 1998;
3. Долчинков Н., Ядреното оръжие – състояние и развитие на съвременния етап на развитие на света, Годишна научна конференция на НВУ „Васил Левски” – 27-28 юни 2019 г. ISSN 2367-7481 стр. 146-157;
4. Долчинков Н., Оптимизация уведомяване на населението в случаите на радиоактивно замърсяване, LAP LAMBERT Academic Publishing RU, ISBN 978-613-9-45350-4, Mauritius, 2019.
5. Инджев. И., Котев. Г., Ядреналин, изд.Ентусианс, София, 2012;
6. Николов Н. Влиянието на оръжията за масово унищожение върху факторите на средата за сигурност, Сборник доклади от научна конференция „Актуални проблеми на сигурността“, НВУ „Васил Левски“ Велико Търново, 25-26 октомври 2018г., том5, стр.86, (8стр) ISSN 2367-7465;
7. Павлов М., Оръжията за масово поразяване и възможностите за използването им за тероризъм, Сборник доклади от Научна конференция „Актуални проблеми на сигурността“ на НВУ „В. Левски“- гр. В. Търново – октомври 2019 г. ISBN 2367-7465
8. Стефанов. Ив., Младенов. Д., Ракетно-ядрено оръжие, Изд. Държавно военно издателство, София, 1962;
9. Харалампиев М., Стратегически приоритети на страните притежаващи тактически ядрени оръжия, Сборник доклади от Научна конференция „Актуални проблеми на сигурността“, том 6, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски“, 2020, с. 141-149, ISSN 2367-7475;
10. Харизанов. Й., Ядреното оръжие. История и политика, изд. Лексикон, София, 2017;
11. Dolchinkov, N., History and development of nuclear weapons, International scientific journal: Security@future 1/2018, june 2018, ISSN 2535-0668 Стр. 32-35;
12. Dolchinkov, N., Nuclear weapons in NATO, International scientific journal: Science. Business. Society 4/2018, ISSN 2367-8380 стр. 181-184
13. Dolchinkov, N., N. Nichev, Characteristics of radiation. Revista. Sibiu. Rumania. no.2 (82). 2016, стр. 184-189;
14. Padarev, N.I., Best practices in CBRN waste management in military operations. Security and future, ISSUE 3/2018, Sofia, 2018, pp 130-134.
15. Padarev, N.I., Analysis of the Relation Between Climate Changes and Security Area, International Conference Knowledge-Based Organization, Vol. XXIV. Conference proceedings 3, Applied technical Sciences and Military Technologies, Sibiu, Rom., 2018, pp 169-173.
16. Иванова Н., С. Иванова, Б. Чаушев, „Качество на образа при рентгеновата диагностика“, proceeding of 3rd National Congress on Physical Sciences, p.1-6, 29 Sep. – 2 Oct. 2016, Sofia, Section: Physics of Living and

Soft Matter. Physics in Medicine, [DVD: ISBN 978-954-580-364-2] Heron Press: Sofia;

17. N. Ivanova, B. Manusheva, "Radiation protection", Chemistry: Bulgarian journal of science education,, p. 523-531, Volume 27, Issue 4, 2018, ISSN 0861-9255 (print), ISSN 1313-8235 (online);

18. N. K. Yordanov, T. Trifonov, Ivanov I., Advanced Signal Processing Methods For Analysis Of High Dynamic Range Acoustic Phenomena, Proc. 13th International Engineering Conference on Communications, Electromagnetics and Medical Applications (CEMA'18), Sofia, Bulgaria, 18-20 Oct. 2018, pp. 52-56, ISSN: 1109-1606;

19. Trifonov, T., Georgieva-Trifonova, T., Ivanov I., Signal processing and storing of high dynamic range acoustic data for knowledge discovery, Communications, Electromagnetics and Medical Applications (CEMA'19), Sofia, Bulgaria, 17-19 Oct. 2019-October pp. 58-62.

Адрес за кореспонденция:

Мл. серж. курсант Наделин Николов Василев: НВУ „Васил Левски“, Велико Търново, България; E-mail: andrey__iliev@outlook.com;

**Сборник
доклади от научна конференция „Радиационната безопасност
в съвременния свят”**

Технически редактор: майор Иванка Георгиева

**ISSN 2738-7607 Print
ISSN 2603-4689 CD**

Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски”