

Том 17, кн. 3

Специално издание

ISSN 1313-860X

Vol. 17, № 3

Supplement

БЪЛГАРСКО СПИСАНИЕ ЗА ОБЩЕСТВЕНО ЗДРАВЕ

2025

BULGARIAN JOURNAL OF PUBLIC HEALTH



Издание на
Националния център по
обществено здраве и анализи



Published by
the National Center of
Public Health and Analyses

БЪЛГАРСКО СПИСАНИЕ ЗА ОБЩЕСТВЕНО ЗДРАВЕ
ОФИЦИАЛНО ИЗДАНИЕ НА НАЦИОНАЛНИЯ ЦЕНТЪР ПО
ОБЩЕСТВЕНО ЗДРАВЕ И АНАЛИЗИ

ЦЕЛ И ОБХВАТ

“Българско списание за обществено здраве” е многопрофилно списание, което включва публикации в областта на здравната политика и практика, здравния мениджмънт и икономика, епидемиология на неинфекциозните и заразните болести, здраве на населението/жените/децата, промоция на здравето и профилактика на болестите, околна среда и здраве, трудова медицина, храни и хранене, кризисни ситуации и обществено здраве, психично здраве. Списанието дава форум за дискусия по актуални проблеми на общественото здраве в България, Европа, САЩ и др. страни. В специални приложения се публикуват материали, посветени на актуални теми, проучвания, резюмета и доклади от международни и национални научни форуми и кръгли маси. Списанието има за цел да популяризира и насърчава изследвания, добри практики, политики, управление и образование в областта на общественото здраве. Излиза в 4 книжни годишно на български и английски език, публикувани на интернет страницата на Националния център по обществено здраве анализи (<https://ncpha.government.bg/>).

„Българско списание за обществено здраве“ е включено в научните бази данни: Web of Science (CABI), EBSCO, ICI World of Journals.

РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ

Главен редактор: Проф. д-р Петко Салчев, дм
Зам. главен редактор: Проф. д-р Пламен Димитров, дм
Отговорен секретар: Татяна Каранешева, дм
Редактор на английски: Калина Сиракова
Стилова редакция и корекция: Татяна Каранешева, дм
Предпечат: Кристин Гиздова
WEB администратор: Надежда Тодорова

РЕДАКЦИОНЕН СЪВЕТ

Проф. д-р Христо Хинков, дм (НЦОЗА)
Проф. д-р Веселка Дулева, дм (НЦОЗА)
Проф. Цвета Георгиева, дм (НЦОЗА)
Проф. Мишел Израел, дм (НЦОЗА)
Доц. Росица Георгиева, дм (НЦОЗА)
Доц. Веска Камбунова, дм (НЦОЗА)
Доц. Теодор Панев, дм (НЦОЗА)
Доц. Красимира Дикова, дм (НЦОЗА)
Доц. д-р Наташка Данова, дм (НЦОЗА)
Доц. Михаела Иванова, дм (НЦОЗА)
Проф. д-р Ива Христова, дмн (НЦЗПБ)
Проф. Илко Гетов, дф (МУ, София)
Проф. д-р Силвия Александрова-Янкуловска, дмн (МУ, Плевен)
Проф. д-р Васка Станчева-Попкостадинова, дм (ЮЗУ, Благоевград)
Проф. Игнат Игнатов, дф (НИЦМБ)
Проф. Антония Димова, дм – (МУ, Варна)
Проф. Евгени Григоров, дм (МУ, Варна)
Доц. д-р Димитър Шопов, дм – (МУ, Пловдив)
Доц. Александър Иванов Вълков, ди (УНСС)
Доц. д-р Жана Джунова, дм (НЦРРЗ)

МЕЖДУНАРОДНА РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ

Проф. Йованка Караджинска-Бислимовска (Северна Македония)
Проф. д-р Уилфрид Кармаус (САЩ)
Проф. Ник Гулдемонд, дм (Нидерландия)
Проф. д-р Мартин Маккий (Обединено Кралство)
Проф. Арнстейн Миклетун (Норвегия)
Проф. Силвана Галдеризи (Италия)
Доц. Анелия Хорват (САЩ)
Д-р Жоао Бреда (Португалия)
Агнета Ингве, дм (Швеция)

АДРЕС НА РЕДАКЦИЯТА:

Проф. д-р Петко Салчев, дм - Главен редактор
“Българско списание за обществено здраве”
Национален център по обществено здраве и анализи
Бул. “Акад. Иван Гешов” 15, София 1431, България
е-поща: t.karanешева@ncpha.government.bg

ISSN 1313-860X

BULGARIAN JOURNAL OF PUBLIC HEALTH
OFFICIAL JOURNAL OF THE NATIONAL CENTER OF
PUBLIC HEALTH AND ANALISES

AIMS AND SCOPE

The Bulgarian Journal of Public Health is a multidisciplinary journal in the field of health policy and practice, health management and economics, epidemiology of noncommunicable and communicable diseases, population/women's/children's health, health promotion and disease prevention, environmental and occupational health, food and nutrition, public health and disasters, mental health. The Journal provides a forum for discussion of current public health problems with a focus on Bulgaria, Europe, USA and other countries. It publishes supplements on topics of particular interest, including studies, abstracts and reports from international and national scientific events and roundtables. The aim of the Bulgarian Journal of Public Health is to promote studies, good practices, policy, management and education in relevance to public health. The Bulgarian Journal of Public Health is published quarterly in Bulgarian and English and will be available free on the Website of National Center of Public Health and Analyses (<https://ncpha.government.bg/>).

Bulgarian Journal of Public Health is listed in: Web of Science (CABI), EBSCO, ICI World of Journals.

EDITORIAL BOARD AND STAFF

Editor-in-Chief: Prof. Petko Salchev, MD, PhD
Deputy Editor-in-Chief: Prof. Plamen Dimitrov, MD, PhD
Secretary-in-Charge: Tatiana Karanesheva, PhD
Editor in English: Kalina Sirakova
Style editing and corection: Tatiana Karanesheva, PhD
Prepress: Kristin Gizdova
WEB администратор: Nadezhda Todorova

EDITORIAL BOARD

Prof. Hristo Hinkov, MD, PhD (NCPHA)
Prof. Veselka Duleva, MD, PhD (NCPHA)
Prof. Tsveta Georgieva, PhD (NCPHA)
Prof. Mishel Izrael, PhD (NCPHA)
Assoc.Prof. Rossitsa Georgieva, PhD (NCPHA)
Assoc.Prof. Veska Kamburova, PhD (NCPHA)
Assoc.Prof. Teodor Panev, PhD (NCPHA)
Assoc.Prof. Krasimira Dikova, PhD (NCPHA)
Assoc.Prof. Natasha Danova, MD, PhD (NCPHA)
Assoc.Prof. Mihaela Ivanova, PhD (NCPHA)
Prof. Iva Hristova, MD, DSc (NCIPD)
Prof. Ilko Getov, PhD (MU, Sofia)
Prof. Silva Alexandrova-Jankulovska, MD, Dsc (MU, Pleven)
Prof. Vaska Stancheva-Popkostadinova, MD, PhD (SWU, Blagoevgrad)
Prof. Ignat Ignatov, PhD in Physics (SRCMB)
Prof. Antonia Dimova, PhD (MU, Varna)
Prof. Evgeni Grigorov, PhD (MU, Varna)
Assoc. Prof. Dimitar Shopov, MD, PhD (MU, Plovdiv)
Assoc. Prof. Aleksandar Valkov, PhD (UNWE)
Assoc. Prof. Jana Djunova, MD, PhD (NCRRP)

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD

Prof. Jovanka Karadzinska-Bislimovska (North Macedonia)
Prof. Wilfried Karmaus, MD, MPH (USA)
Prof. Nick Guldemond, PhD (Netherlands)
Prof. Dr. Martin McKee (United Kingdom)
Prof. Arnstein Mykletun, PhD (Norway)
Prof. Silvana Galderizi (Italy)
Assos. Prof. Anelia Horvath (USA)
Dr. Joao Breda (Portugal)
Agnetta Yngve, PhD (Sweden)

EDITORIAL OFFICE ADDRESS:

Prof. Petko Salchev, MD, PhD - Editor-in-Chief
„Bulgarian Journal of Public Health“
National Center of Public Health and Analyses
15 Acad.Ivan Geshov Blvd, 1431 Sofia, BULGARIA
e-mail: t.karanешева@ncpha.government.bg

ISSN 1313-860X

СЪДЪРЖАНИЕ

РАДИАЦИОННА ЗАЩИТА ПО СВЕТА: СТАНДАРТИ, ПРАКТИКИ И ИНОВАЦИИ

Я. Банева

ПРИЛОЖЕНИЕ НА CHATGPT В РЕНТГЕНОЛОГИЯТА

Й. Енева, Я. Банева, Б. Доган

“НЕПОПУЛЯРНИТЕ” ДЕЙНОСТИ, ИЗВЪРШВАНИ ОТ МЕДИЦИНСКИТЕ ФИЗИЦИ И ИНЖЕНЕРИ ЗА ОПАЗВАНЕ ЗДРАВЕТО НА НАСЕЛЕНИЕТО

*М. Израел, М. Иванова, Цв. Шаламанова,
В. Зарябова, П. Иванова, Хр. Петкова*

ПРОЦЕДУРА ПО СЪГЛАСУВАНЕ НА ПРОГРАМИ ЗА МАМОГРАФСКИ СКРИНИНГ ЗА РАК НА МЛЕЧНАТА ЖЛЕЗА И РЕЗУЛТАТИ

*Г. Георгиев, Ф. Симеонов, Д. Ангелова,
К. Иванова*

СЛУЧАИ НА ОЦЕНКА НА РИСКА ОТ ЛАЗЕРНО ЛЪЧЕНИЕ В СЪОТВЕТСТВИЕ С ИЗИСКВАНИЯТА НА ЕВРОПЕЙСКОТО ЗАКОНОДАТЕЛСТВО – ТРУДНОСТИ ПРИ ПРИЛАГАНЕТО МУ

*М. Иванова, М. Израел, Цв. Шаламанова,
В. Зарябова*

ОЦЕНКА НА ЕЛЕКТРОМАГНИТНАТА ЕКСПОЗИЦИЯ ОТ ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОННИ ОБЕКТИ В НАСЕЛЕНИ МЕСТА, С АНАЛИЗ НА СТРАХОВЕТЕ СРЕД НАСЕЛЕНИЕТО

*В. Зарябова, Цв. Шаламанова, М. Израел,
М. Иванова*

CONTENTS

3 RADIATION PROTECTION AROUND THE WORLD: STANDARDS, PRACTICES, AND INNOVATIONS

Y. Baneva

9 APPLICATION OF CHATGPT IN RADIOLOGY

Y. Eneva, Y. Baneva, B. Dogan

20 “UNPOPULAR” ACTIVITIES PERFORMED BY MEDICAL PHYSICISTS AND ENGINEERS TO PROTECT THE HEALTH OF THE GENERAL OPULATION

*M. Israel, M. Ivanova, Ts. Shalamanova,
V. Zaryabova, P. Ivanova, H. Petkova*

27 APPROVAL PROCEDURE FOR MAMMOGRAPHY SCREENING PROGRAMS FOR BREAST CANCER AND RESULTS IN BULGARIA

*G. Gueorguiev, Ph. Simeonov, D. Angelova,
K. Ivanova*

40 CASE STUDIES OF RISK ASSESSMENT OF LASER RADIATION FOLLOWING THE EUROPEAN LEGISLATION – DIFFICULTIES FOR APPLICATION

*M. Ivanova, M. Israel, Ts. Shalamanova,
V. Zaryabova*

49 EXPOSURE ASSESSMENT OF ELECTROMAGNETIC FIELD FROM TELECOMMUNICATIONS SOURCES IN POPULATED AREAS IN CORRELATION WITH PUBLIC CONCERN

*V. Zaryabova, Ts. Shalamanova, M. Israel,
M. Ivanova*

РАДИАЦИОННА ЗАЩИТА ПО СВЕТА: СТАНДАРТИ, ПРАКТИКИ И ИНОВАЦИИ

Янка Банева

Университетска многопрофилна
болница за активно лечение
„Св. Марина“ – Варна
Медицински университет – Варна

РЕЗЮМЕ

Радиационната защита представлява фундаментален компонент в практиката с йонизиращо лъчение в рамките на болнични и медицински структури. Приложението на стриктни нормативни изисквания и стандартизирани протоколи е от съществено значение за гарантиране безопасността както на медицинските специалисти, така и на пациентите, подложени на диагностични или терапевтични процедури. Настоящият преглед обхваща съществуващите закони и регулаторни рамки в областта на радиационната защита, подходите за оценка на риска, историческата еволюция на защитните мерки, както и най-новите постижения в технологиите за екраниране. Специален акцент се поставя върху дискусията относно ефективността и актуалността на гонадната защита, в контекста на новоприети насоки и научни становища, променящи концепцията за радиационна безопасност в медицинската образна диагностика.

Систематизираният анализ на международни препоръки разкрива ясно изразена тенденция към отдалечаване от традиционните подходи за пациентско екраниране, като на преден план се поставят стратегии за оптимизация на дозата. Въпреки това, селективното приложение на защитни мерки запазва своята релевантност при определени рискови групи, включително педиатрични и бременни пациенти.

Съвременните технологии за оптимизация на дозата представляват по-ефективни и научнообосновани средства за ограничаване на експозицията на йонизиращо лъчение. Очаква се бъдещите разработки в областта на радиационната защита да се фокусират върху персонализирани защитни стратегии, автоматизирано наблюдение и анализ на дозата чрез изкуствен интелект, както и внедряване на усъвършенствани защитни материали с повишена ефективност.

Ключови думи: радиационна защита, йонизиращо лъчение, образна диагностика, радиационен риск

RADIATION PROTECTION AROUND THE WORLD: STANDARDS, PRACTICES, AND INNOVATIONS

Yanka Baneva

University Multiprofessional Hospital for Active
Treatment „Sveta Marina,“ Varna
Medical University-Varna

ABSTRACT

Radiation protection is a critical aspect of working with ionizing radiation in hospitals and medical facilities. Strict regulations and protocols ensure the safety of both medical personnel and patients undergoing diagnostic and therapeutic procedures. This article examines legal frameworks governing radiation protection, risk assessment, historical perspectives, and the latest advancements in shielding techniques. Additionally, it evaluates the necessity of gonadal shielding and explores emerging guidelines redefining radiation safety practices in medical imaging.

A review of global recommendations reveals a shift away from traditional patient shielding, emphasizing dose optimization strategies instead. However, selective shielding remains relevant for high-risk populations such as pediatric and pregnant women.

Modern dose optimization techniques provide more effective ways to minimize radiation exposure. Future advancements in radiation protection will focus on personalized shielding strategies, AI-driven dose monitoring, and enhanced protective materials.

Keywords: Radiation protection, ionizing radiation, shielding, diagnostic imaging, medical regulations, radiation risks

ВЪВЕДЕНИЕ

Нормативна рамка за радиационна защита

Радиационната защита е фундаментален компонент за осигуряване безопасността на медицинския персонал и пациентите, изложени на йонизиращо лъчение.

Радиационната безопасност се регулира от международни организации като:

- ✓ Международната комисия по радиационна защита (ICRP) – предоставя препоръки относно пределни дози и насоки за експозиция;
- ✓ Международната агенция за атомна енергия (IAEA) – определя глобални стандарти за радиационна защита и безопасност;
- ✓ Световната здравна организация (СЗО) – разглежда въпросите на радиационната безопасност в контекста на общественото здраве и медицинската образна диагностика.

Дейността на тези организации оказва съществено влияние върху националните политики, като гарантира, че експозицията на йонизиращо лъчение се поддържа на възможно най-ниски нива, които са обосновано постижими (ALARA принципа), с отчитане на технологични, икономически и социални фактори.

Нормативна уредба на радиационната защита в България

Наредбата за радиационна защита в България, приета с Постановление №20 (изм. на 29.12.2020 г.), следва принципите на ALARA. Според тази наредба всяка човешка дейност, свързана с йонизиращо лъчение, трябва да бъде надлежно обоснована от гледна точка на икономическите, социалните и здравните ползи [1]. Това гарантира, че облъчването е оправдано и че потенциалната полза надвишава съответните рискове.

Наредбата поставя също така акцент върху оптимизацията на дозата, изисквайки радиационните дози за работещите лица и населението да се поддържат на възможно най-ниски нива, при запазване на ефективността на диагностичните и терапевтични процедури.

Рискът от развитие на радиационно-индуциран рак се увеличава с дозата и е обратно пропорционален на възрастта на индивида при облъчване [2].

Исторически опасения относно радиационната експозиция при деца се проследяват още от 40-те години, когато флуороскопски изследвания при новородени предизвикват препоръки за ограничаване на употребата им [3].

Радиационната чувствителност на тъканите е различна, като тестисите са най-чувствителният орган при мъжете [4]. Поради високата си уязвимост, те изискват адекватна защита и екраниране за намаляване на радиационните увреждания.

INTRODUCTION

Regulatory Framework for Radiation Protection

Radiation protection is fundamental in ensuring the safety of healthcare workers and patients exposed to ionizing radiation.

Radiation safety is governed by international organizations such as:

- ✓ International Commission on Radiological Protection (ICRP) – Provides recommendations on dose limits and exposure guidelines.
- ✓ International Atomic Energy Agency (IAEA) – Sets global radiation protection and safety standards.
- ✓ World Health Organization (WHO) – Addresses radiation safety in public health and medical imaging.

These organizations have shaped national policies, ensuring that radiation exposure remains as low as reasonably achievable (ALARA) principles while considering technological, economic, and social factors.

Radiation Protection Regulations in Bulgaria

Bulgaria's Radiation Protection Regulation, adopted under Decree No. 20 (amended December 29, 2020), follows the As Low as Reasonably Achievable (ALARA) principles. According to this regulation, any human activity involving ionizing radiation must be justified by its economic, social, and health benefits.[1]. This ensures that radiation exposure is warranted and that the potential benefits outweigh the risks.

Additionally, the regulation emphasizes dose optimization, requiring that radiation doses for professionals and the public remain at the lowest possible levels while maintaining effective diagnostic and operational procedures.

The risk of developing radiation-induced cancer increases with exposure dose and is inversely proportional to the age of the individual at the time of exposure.[2]

Historical concerns about pediatric radiation exposure date back to 1940, when fluoroscopic examinations on infants raised alarms, leading to recommendations for limited usage.[3]

The sensitivity of different tissues to radiation varies, with the testes being the most radiosensitive organ in males. [4] Due to their high vulnerability, they require proper shielding and protection to minimize radiation-induced damage.

Основни принципи на радиационната защита

Трите основни принципа на радиационна защита са: време – намаляване на продължителността на експозиция; разстояние – увеличаване на разстоянието от източника; екраниране – използване на защитни бариери и материали.

Чрез съчетаването на тези принципи може значително да се намали дозовото натоварване при образна диагностика и терапия.

Радиационна защита в образната диагностика

Еволюция на пациентското екраниране

В медицинската практика се използват оловни престилки за защита на критични органи от облъчване.

От 1976 г. в САЩ използването на гонадна защита при диагностични процедури е задължително съгласно федералните регулации [5]. Въпреки това, нови изследвания и регулаторни промени поставят под въпрос ефективността на тази дългогодишна практика.

Исторически гонадната защита е била въведена за ограничаване на наследствени ефекти. Но днес е ясно, че при съвременните диагностични дози: мъжкият фертилитет не се повлиява при дози под 250 mGy, женската фертилност не се засяга при дози под 3000 mGy [6].

През 2007 г. Доклад 103 на Международната комисия по радиационна защита (МКРЗ) ревизира тегловния фактор на гонадите от 0.20 на 0.08, отразявайки намален риск от наследствени ефекти и поставяйки под въпрос нуждата от рутинна гонадна защита [7]. Тази промяна се основава на данни, показващи по-нисък риск от наследствени ефекти вследствие на радиационно облъчване, отколкото се е смятало по-рано. Намаленият тегловен фактор предполага необходимост от преоценка на рутинното използване на гонадно екраниране.

Подобрената колимация и настройките на експозицията при цифровите системи водят до по-високо качество на образа при едновременно намалена експозиция на пациента. Проучванията показват, че цифровата рентгенография редуцира радиационната доза до 2.7 пъти в сравнение с традиционната филмова рентгенография, което прави необходимостта от допълнително екраниране по-малко съществена. Технологичният напредък намалява зависимостта от физическата защита като основно средство за радиационна защита.

Насоките на Международната агенция за атомна енергия (IAEA) от 2018 г. подчертават, че използването на защитни средства при пациенти трябва да бъде внимателно преценено, с оглед на възможните ефекти върху качеството на образа и диагностичната ефективност [8]. Неправилно приложената защита може да закрие важни анатомични структури, което да наложи повторни изследвания и да доведе до увеличена обща експозиция. IAEA препоръчва балансиран подход, при който ползите от защитата се съпоставят с потенциалните ѝ недостатъци.

Fundamental Principles of Radiation Protection

The three primary principles of radiation protection include: time, distance, shielding. Reducing exposure duration minimizes the absorbed dose. Increasing distance from the radiation source reduces exposure intensity.

The use of shielding measures significantly reduces radiation exposure, ensuring better protection for patients during medical imaging and treatment procedures.

Radiation Protection in Medical Imaging

Evolution of Patient Shielding

In medical imaging, standard practice includes placing lead aprons directly on patients to shield critical organs from radiation. Since 1976, the U.S. Code of Federal Regulations has mandated the use of gonadal shielding in diagnostic procedures. [5] However, recent studies and regulatory updates challenge this long-standing practice.

Historically, gonadal shielding aimed to protect reproductive organs from hereditary radiation effects. However, research indicates that during diagnostic imaging: radiation doses in diagnostic exams are too low to affect fertility, sperm production remains unaffected at doses below 250 mGy, female fertility is not impacted at doses below 3000 mGy.[6]

The International Commission on Radiological Protection (ICRP) in Report 103 (2007) updated the tissue weighting factor for gonads from 0.20 to 0.08, reflecting a decreased emphasis on gonadal exposure in radiation protection.[7] This change was based on evidence indicating a lower risk of heritable effects from radiation exposure than previously estimated. The reduced weighting factor suggests a reassessment of the necessity for routine gonadal shielding.

Enhanced collimation and exposure settings in digital systems have improved image quality while minimizing patient exposure. Studies show that digital radiography reduces radiation dose by up to 2.7 times compared to traditional X-ray film, making additional shielding less critical. Technological advancements have reduced the reliance on physical shielding as a primary means of radiation protection.

The International Atomic Energy Agency (IAEA) Guidelines (2018) advised that the use of patient shielding should be carefully evaluated, considering potential impacts on image quality and diagnostic efficacy.[8] Improperly applied shielding can obscure anatomical areas of interest, potentially leading to repeat examinations and increased overall exposure. The IAEA emphasizes a balanced approach, weighing the benefits of shielding against possible drawbacks.

В официалната си позиция от 2019 г. Американската асоциация на медицинските физици (AAPM) препоръчва прекратяване на рутинното използване на гонадно и фетално екраниране по време на диагностични образни изследвания [9]. Проучванията показват, че защитата може да попречи на работата на автоматичните системи за контрол на експозицията, което да доведе до повишена доза за пациента и влошено качество на образа. Позицията на AAPM отразява промяна в парадигмата – от прилагането на универсални защитни мерки към оптимизация на техниките на образна диагностика.

В своето ръководство от март 2020 г. Британският институт по радиология (BIR) препоръчва пациентската защита да не се прилага рутинно, а да се разглежда само след цялостна оптимизация на параметрите на сканиране [10]. Акцентът е поставен върху прецизното настройване на експозицията, използването на подходяща колимация и прилагането на съвременни техники за обработка на изображението с цел минимизиране на дозата. Според BIR съществуват изключения, при които индивидуални защитни мерки остават приложими. Такъв пример са педиатричните пациенти, при които се извършват повтарящи се изследвания, и при които използването на защита може да се обмисли с оглед ограничаване на кумулативната експозиция.

Исторически концепцията за радиационната защита се основава на получената доза и свързания с нея радиационен риск. С развитието на радиационната наука обаче, нивата на дозите и методиките за оценка на риска претърпяха съществени промени. Съвременни данни за радиочувствителността на тъкани и органи показват, че само пет органа – костен мозък, млечна жлеза, дебело черво, бял дроб и стомах – допринасят за около 60% от общия радиационно-индуциран риск.

В продължение на дълго време лещата на окото се е считала за слабо радиочувствителна. Въпреки това, актуални научни доказателства сочат, че радиационно-индуцирана катаракта може да се развие при дози от едва 0.5 Gy. При използване на защитно екраниране за очната леща, дозата може да бъде намалена приблизително с 50%. Въпреки това, сходно намаление на дозата може да се постигне и чрез модулация на анодния ток, което подчертава значението на технологичните стратегии за оптимизация на дозата в диагностичната радиология.

С цел подпомагане на процеса по вземане на решения относно използването на индивидуални радиационнозащитни средства при пациенти, Британският институт по радиология (BIR) предлага обобщена скала за оценка на риска, базирана на експозицията от йонизиращо лъчение. Незначителен риск се свързва с дози под 0.1 mSv. Минимален риск – между 0.1 и 1.0 mSv. Много нисък риск – при дози от 1.0 до 10 mSv. Нисък риск – между 10 и 100 mSv. Умерен риск – при експозиции, надвишаващи 100 mSv.

Въпреки че данните в таблицата от ръководството (март 2020 г.) се отнасят до ефективната доза (за цялото тяло), индивидуалните радиационнозащитни мерки при пациенти имат за цел да намалят дозовото натоварване на конкретни органи. Следователно таблицата може да се използва като прогностичен ориентир.

In Position Statement (2019) the American Association of Physicists in Medicine (AAPM) recommended discontinuing routine gonadal and fetal shielding during diagnostic imaging procedures.[9] Studies indicated that shielding could interfere with automatic exposure control systems, potentially increasing patient dose and compromising image quality. The AAPM's position reflects a shift towards optimizing imaging techniques over the routine use of shielding.

The British Institute of Radiology (BIR) in their Guidance (March 2020)suggested that patient shielding should not be used routinely and should be considered only after comprehensive optimization of imaging parameters.[10] Emphasis is placed on adjusting exposure settings, utilizing appropriate collimation, and employing advanced image processing techniques to minimize dose. According to BIR, there are exceptions where individual radiation protection measures may still be applied. One such example is pediatric patients who require repeated imaging studies, where shielding may be considered to mitigate cumulative exposure.

Historically, radiation protection has been based on received dose and the associated radiation risk. However, over time, dose levels and risk assessments have evolved, reflecting advancements in radiation science. Recent data on tissue and organ radiosensitivity suggest that the contribution of just five organs—bone marrow, breast, colon, lung, and stomach—accounts for 60% of overall radiation-induced risk.

For an extended period, the lens of the eye was considered less radiosensitive. However, current evidence indicates that radiation-induced cataracts can develop at exposure levels as low as 0.5 Gy.

When radioprotective shielding is used for the ocular lens, radiation dose can be reduced by approximately 50%. Nevertheless, a similar dose reduction can be achieved through modulation of the anode current, highlighting the importance of technological dose optimization strategies in diagnostic radiology.

To support decision-making in the use of personal radiation protection measures for patients, the British Institute of Radiology (BIR) advocates for a general risk scale based on radiation dose exposure. Negligible risk is associated with exposures below 0.1 mSv. Minimal risk corresponds to doses between 0.1 and 1.0 mSv. Very low risk applies to exposures ranging from 1.0 to 10 mSv. Low risk is linked to doses between 10 and 100 mSv. Moderate risk occurs at exposures exceeding 100 mSv.

Although the information presented in the table from the Guidance (March 2020) relates to the effective dose (for the whole body), the use of radiation protective measures for patients is intended to reduce the dose to specific organs. Therefore, the table can serve as a predictive guide.

Например, когато рискът, свързан с получената доза, се класифицира като „незначителен“, може да се заключи, че използването на индивидуални защитни средства би имало крайно ограничен положителен ефект върху намаляването на дозата от конкретното изследване.

При педиатрични пациенти следва да се обърне специално внимание на повишената радиочувствителност на определени органи, които трябва да бъдат защитени винаги, когато това е възможно – например тъканта на млечните жлези.

В отговор на множество международни публикации, които подкрепят прекратяването на индивидуалните защитни мерки при пациенти по време на диагностични рентгенови изследвания, Германската комисия по радиационна защита публикува през септември 2022 г. изменения и пояснения. Тези актуализации предоставят насоки относно прилагането на радиационна защита (RP) в различни образни модалности, като ясно се посочва кога и къде трябва или не трябва да се използва защита, както и кои анатомични области подлежат на екраниране [11].

Кога защитата все още е необходима?

Въпреки препоръките за ограничаване на рутинното използване на индивидуални защитни средства, екранирането все още се счита за уместно и полезно в определени клинични ситуации:

- ✓ Деца, подложени на многократни образни изследвания, поради по-високата им радиочувствителност [12];
- ✓ Бременни пациентки, при които облъчването е неизбежно и се налага защита на плода [13];
- ✓ КТ изследвания на глава, при които използването на щит за щитовидната жлеза може да намали дозата с до 45% [14];
- ✓ Защита на млечните жлези при рентгенография и КТ, която може да редуцира експозицията с до 75% [15].

Бъдещи насоки в радиационната защита

Развитието на стратегиите за радиационна защита цели постигане на баланс между пациентска безопасност и диагностична ефективност. Очакваните бъдещи тенденции включват:

- ✓ Персонализирани планове за радиационна защита, базирани на индивидуален рисков профил;
- ✓ По-широко приложение на изкуствен интелект (AI) за мониторинг и управление на радиационната доза;
- ✓ Разработване на усъвършенствани защитни материали, които не компрометират качеството на образа;
- ✓ Подобро обучение и квалификация на медицинския персонал, насочено към оптимизирана употреба на йонизиращо лъчение.

For example, when the risk associated with the received dose is classified as „negligible,“ it can be inferred that the use of individual radiation protection measures would have an extremely minimal positive effect on reducing the radiation dose from the examination.

For pediatric patients, special attention should be given to the increased radiosensitivity of certain organs, which must be protected whenever possible—for instance, the breast tissue.

In response to numerous international publications advocating for the discontinuation of individual protective measures for patients during diagnostic X-ray examinations, the German Commission on Radiological Protection issued modifications and clarifications in September 2022. These updates provide guidance on radiation protection (RP) across different imaging modalities, specifying when and where shielding should or should not be used, as well as the appropriate body regions for its application.[11]

When Is Shielding Still Necessary?

Despite recommendations to limit routine use, shielding is still considered beneficial in certain cases:

- ✓ Children undergoing repeated imaging procedures, as they are more radiosensitive [12];
- ✓ Pregnant patients, to protect the developing fetus when exposure is unavoidable [13];
- ✓ CT scans of the head, where thyroid shields can reduce radiation dose by 45% [14];
- ✓ Breast shielding in X-ray and CT imaging, which can lower dose exposure by up to 75% [15].

Future Directions in Radiation Protection

The evolution of radiation protection strategies aims to balance patient safety with diagnostic efficacy. Future advancements will focus on:

- ✓ Personalized radiation protection plans based on individual risk profiles.
- ✓ Further integration of AI in radiation dose management.
- ✓ Enhanced shielding materials to improve safety without compromising image quality.
- ✓ Improved education and training for healthcare professionals on optimized radiation use.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Радиационната защита остава динамична и непрекъснато развиваща се област, която изисква адаптиране към технологичния напредък и променящата се нормативна рамка. Докато традиционни методи като гонадната защита подлежат на преоценка, съвременните техники за оптимизация на дозата предлагат по-ефективни и клинично обосновани подходи за минимизиране на радиационния риск.

Бъдещето на радиационната защита е в персонализирания, основан на доказателства подход, който интегрира технологични иновации, оценка на риска и мониторинг на експозицията в реално време с цел гарантиране на възможно най-високо ниво на безопасност както за медицинските специалисти, така и за пациентите.

КНИГОПИС/REFERENCES

1. Nuclear Regulatory Agency. Regulation on Radiation Protection. Decree No. 20. <https://bnra.bg/media/2022/02/regulation-on-radiation-protection.pdf>. Published 2020.
2. Preface, Executive Summary and Glossary. Ann ICRP. 2007;37(2-4):9-34. doi:10.1016/j.icrp.2007.10.003
3. Buschke F, Parker HM. Possible hazards of repeated fluoroscopies in infants. J Pediatr. 1942;21(4):524-533. doi:10.1016/S0022-3476(42)80247-4
4. Fischbein A, Zabludovsky N, Eltes F, Grischenko V, Bartoov B. Ultramorphological sperm characteristics in the risk assessment of health effects after radiation exposure among salvage workers in Chernobyl. Environ Health Perspect. 1997;105(suppl 6):1445-1449. doi:10.1289/ehp.97105s61445
5. U.S. Food and Drug Administration. Recommendation for the Use of Specific Area Gonad Shielding on Patients During Medical Diagnostic X-Ray Procedures. Recommendation for the Use of Specific Area Gonad Shielding on Patients During Medical Diagnostic X-Ray Procedures. <https://www.govinfo.gov/content/pkg/CFR-2013-title21-vol8/pdf/CFR-2013-title21-vol8-sec1000-50.pdf>. Published 1976.
6. Medical Effects of Ionizing Radiation, 3rd ed. Am J Neuroradiol. 2009;30(2):e30-e30. doi:10.3174/ajnr.A1289
7. Vetter RJ. ICRP Publication 103, The Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Health Phys. 2008;95(4):445-446. doi:10.1097/01.HP.0000324200.73903.5b
8. International Atomic Energy Agency. Radiation Protection and Safety in Medical Uses of Ionizing Radiation.; 2018. <https://www.iaea.org/publications/11102/radiation-protection-and-safety-in-medical-uses-of-ionizing-radiation>.

Адрес за кореспонденция:

Янка Банева
Университетска многопрофилна болница за активно лечение „Св. Марина“ – Варна
Медицински университет – Варна
ел. адрес: yanysh@abv.bg

CONCLUSION

Radiation protection remains a dynamic field, requiring continuous adaptation to technological advancements and evolving regulatory frameworks. While traditional shielding methods such as gonadal protection are being re-evaluated, modern dose optimization techniques provide more effective ways to minimize radiation risks.

The future of radiation protection lies in a personalized, evidence-based approach that integrates technological innovation, risk assessment, and real-time exposure monitoring to ensure the highest standards of safety for both medical professionals and patients.

9. American Association of Physicists in Medicine. AAPM position statement on the use of patient gonadal and fetal shielding. <https://www.aapm.org/org/policies/details.asp?id=468>. Published 2019.
10. British Institute of Radiology. Guidance on Using Shielding on Patients for Diagnostic Radiology Applications. https://www.bir.org.uk/media/414334/final_patient_shielding_guidance.pdf. Published 2020.
11. German Commission on Radiological Protection. (German Commission on Radiological Protection. Use of patient contact shielding in the diagnostic application of X-rays.
12. Khong P-L, Ringertz H, Donoghue V, et al. ICRP Publication 121: Radiological Protection in Paediatric Diagnostic and Interventional Radiology. Ann ICRP. 2013;42(2):1-63. doi:10.1016/j.icrp.2012.10.001
13. American College of Radiology. ACR–SPR practice parameter for imaging pregnant or potentially pregnant adolescents and women with ionizing radiation. <https://www.acr.org/Clinical-Resources/Radiology-Safety/Radiation-Safety/Pregnancy-and-Medical-Radiation>. Published 2018.
14. Brenner DJ, Hall EJ. Computed Tomography — An Increasing Source of Radiation Exposure. N Engl J Med. 2007;357(22):2277-2284. doi:10.1056/NEJMr072149
15. Safiullah S, Patel R, Uribe B, et al. Prevalence of Protective Shielding Utilization for Radiation Dose Reduction in Adult Patients Undergoing Body Scanning Using Computed Tomography. J Endourol. 2017;31(10):985-990. doi:10.1089/end.2017.0294

Address for correspondence:

Yanka Baneva
University Multiprofile Hospital for Active Treatment „Sveta Marina“, Varna
Medical University-Varna
e-mail: yanysh@abv.bg

ПРИЛОЖЕНИЕ НА CHATGPT В РЕНТГЕНОЛОГИЯТА

Йорданка Енева¹, Янка Банева¹, Бора Доган²

¹Катедра физика и биофизика, Факултет по
фармация, Медицински университет „Професор д-р
Параскев Стоянов“ – Варна, България

²Факултет по медицина, Медицински университет
„Професор д-р Параскев Стоянов“ – Варна, България

РЕЗЮМЕ

Изкуственият интелект (AI) и езиковите модели като ChatGPT могат да се използват в медицината. В рентгенологията те имат потенциал да автоматизират административни и диагностични процеси, да подобрят образователните практики и да улеснят комуникацията с пациентите. Целта на настоящето изследване е да се извърши систематичен преглед на приложенията на ChatGPT в рентгенологията, с акцент върху ползите и ограниченията при неговото интегриране в медицинската практика и перспективите за бъдещи разработки и иновации в тази област. Използван е систематичен подход за преглед на литературата в бази данни PubMed, Scopus и Web of Science с ключови думи „изкуствен интелект“, „ChatGPT“ и „рентгенология“. Избрани са статии, изследващи административната и диагностичната подкрепа на рентгенолози, обучение на студенти, специалисти и пациенти, комуникация с пациенти и интерпретация на рентгенологични доклади на достъпен и разбираем за пациента език. Изследванията показват положителни резултати за приложението на ChatGPT в тези области, но сочат и редица ограничения. Моделът не анализира директно изображения, липсва емпатия и персонализация в общуването и диагностиката, има необходимост от регулаторни и етични рамки за приложението му в медицината. ChatGPT има потенциала да „трансформира“ рентгенологията чрез автоматизация и оптимизация на работните процеси в интеграция с AI системи за анализ на рентгенографски и други видове изображения. Бъдещите изследвания трябва да се фокусират върху разработване на мултимодални платформи, подобряване на интерактивността и създаване на специализирани версии на модела за рентгенология. Осигуряването на регулаторна рамка и етични стандарти е ключово за успешното му внедряване в клиничната практика.

Ключови думи: изкуствен интелект (AI), ChatGPT, рентгенология, диагностична и административна подкрепа, образователни практики, регулаторна рамка

APPLICATION OF CHATGPT IN RADIOLOGY

Yordanka Eneva¹, Yanka Baneva¹, Bora Dogan²

¹Department of Physics and Biophysics, Faculty of
Pharmacy, Medical University of Varna “Prof. Dr.
Paraskev Stoyanov”, Varna, Bulgaria

²Faculty of Medicine, Medical University of Varna “Prof.
Dr. Paraskev Stoyanov”, Varna, Bulgaria

ABSTRACT

Artificial intelligence (AI) and language models such as ChatGPT can be applied in medicine. In radiology, they have the potential to automate administrative and diagnostic processes, improve educational practices, and facilitate communication with patients. This study aims to perform a systematic review of the applications of ChatGPT in radiology, focusing on the benefits and limitations of its integration into medical practice and the prospects for future developments and innovations in this field. A systematic approach was used to review literature in the PubMed, Scopus, and Web of Science databases with the keywords „artificial intelligence“, „ChatGPT“, and „radiology“. Selected studies examine administrative and diagnostic support for radiologists, education for students and specialists, communication with patients, and interpretation of radiology reports in a language that is accessible and understandable to patients. The research shows positive results for the application of ChatGPT in these areas but also highlights several limitations. The model does not directly analyze images, lacks empathy and personalization in communication and diagnosis, and there is a need for regulatory and ethical frameworks for its use in medicine. ChatGPT has the potential to „transform“ radiology through the automation and optimization of workflows in integration with AI systems for analyzing radiographic and other types of images. Future research should focus on developing multimodal platforms, improving interactivity, and creating specialized versions of the model for radiology. Ensuring a regulatory framework and ethical standards is key to its successful implementation in clinical practice.

Keywords: artificial intelligence (AI), ChatGPT, radiology, diagnostic and administrative support, educational practices, regulatory framework

ВЪВЕДЕНИЕ

Искусственият интелект (AI) е една от най-бързо развиващите се технологични иновации с нарастващо въздействие върху различни сфери на живота включително и медицината (1), (2), (3). Рентгенологията има основополагаща роля в диагностичния процес и внедряването на AI в рентгенологичната практика открива значителни възможности за повишаване на ефективността, точността и бързината на диагностичните процедури (4), (5) като същевременно допринася за облекчаване на работното натоварване на специалистите и намаляване на вероятността от човешки грешки. Способността на AI да обработва и анализира обемни масиви от медицински изображения и данни (6) в кратки срокове прави технологията особено ценна.

ChatGPT е патентован голям езиков модел, разработен от OpenAI, проектиран за разбиране и обработка на текст, което го прави подходящ за приложение в медицината, включително и рентгенологията. Той не е създаден за директен анализ на медицински изображения, но неговите способности за обработка на езикови данни, генериране на текст и комуникация с пациенти могат да го превърнат в ценен инструмент за оптимизация на административни и комуникативни задачи в областта. ChatGPT може да автоматизира процеса на съставяне на рентгенологични отчети (7), (8), (9), вземане на радиологични решения [10], обяснения на медицински термини за пациенти (11) и предоставяне на интерактивни образователни ресурси за медицински специалисти и студенти (12).

AI може да подпомага рентгенолозите (13) чрез автоматизация на задачи, изискващи значителни времеви и човешки ресурси, но е необходимо внимателно проучване и оценка на всяка AI технология, използвана в медицината, за да се осигури безопасно и ефективно приложение в реални клинични условия.

Целта на настоящото изследване е да се извърши систематичен преглед на съществуващите проучвания относно приложенията на ChatGPT в рентгенологията, с акцент върху потенциалните ползи и ограничения при неговото интегриране в рутинната медицинска практика и перспективите за бъдещи разработки и иновации.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Преглед на литературата

За настоящото проучване е направено систематично търсене в основните бази данни – PubMed, Scopus и Web of Science, за да се идентифицират проучванията до 1 ноември 2024г. Стратегията за търсене е разработена на базата на комбиниране на термини, свързани с болев оператор „И“. Използваните ключови думи са „изкуствен интелект и радиология“ и „ChatGPT и радиология“. Включени са и проучвания, отговарящи на условията, проследени ръчно чрез препратки от разгледани такива. Фокусът е върху публикации на английски език.

INTRODUCTION

Artificial intelligence (AI) is one of the fastest-growing technological innovations, with an increasing impact on various fields of life, including medicine (1), (2), (3). Radiology plays a fundamental role in the diagnostic process, and the integration of AI into radiological practice presents significant opportunities to enhance efficiency, accuracy, and speed in diagnostic procedures (4), (5). At the same time, AI contributes to reducing the workload of specialists and minimizing the likelihood of human errors. The ability of AI to process and analyze large volumes of medical images and data (6) within short timeframes makes this technology particularly valuable.

ChatGPT, a proprietary large language model developed by OpenAI, is designed for text understanding and processing, making it suitable for applications in medicine, including radiology. While it is not intended for direct analysis of medical images, its capabilities in natural language processing, text generation, and patient communication make it a valuable tool for optimizing administrative and communicative tasks in the field. ChatGPT can automate the creation of radiology reports (7), (8), (9), assist in radiological decision-making (10), explain medical terminology to patients (11), and provide interactive educational resources for medical professionals and students (12).

AI can support radiologists (13) by automating tasks that require significant time and human resources. However, careful evaluation and assessment of each AI technology used in medicine are essential to ensure its safe and effective application in real clinical settings. The objective of this study is to conduct a systematic review of existing research on the applications of ChatGPT in radiology, with a focus on its potential benefits and limitations in routine medical practice integration, as well as prospects for future developments and innovations.

MATERIALS AND METHODS

Literature Review

For this study, a systematic search was conducted in the primary databases – PubMed, Scopus, and Web of Science – to identify relevant studies up to November 1, 2024. The search strategy was developed based on the combination of terms using the Boolean operator „AND.“ The keywords used were „artificial intelligence and radiology“ and „ChatGPT and radiology.“ Additionally, manually tracked studies meeting the inclusion criteria were considered through references from the reviewed literature. The focus was on publications in English.

Избор на изследвания и критерии за допустимост

Изборът на подходящи изследвания е направен от авторите с независим анализ на получените от търсенето. Критериите за включване обхващат оригинални изследвания, фокусирани върху приложението на ChatGPT в радиологията, извличане и анализ на данни, оценка на качеството и синтез на основните констатации. Този съвместен подход допринася за по-обективна и изчерпателна оценка на избраните статии, като финалният обзор отразява съгласие между авторите.

Използваните статии обхващат ревьюта и разнообразни видове изследвания, сред които казуси, наблюдателни изследвания, рандомизирани и контролирани проучвания. Изключени са публикации, които не са свързани с ChatGPT в контекста на радиологията, дубликати или статии, които не са преминали рецензия, теми, свързани с други области на медицината, резюмета от конференции и неакадемични източници.

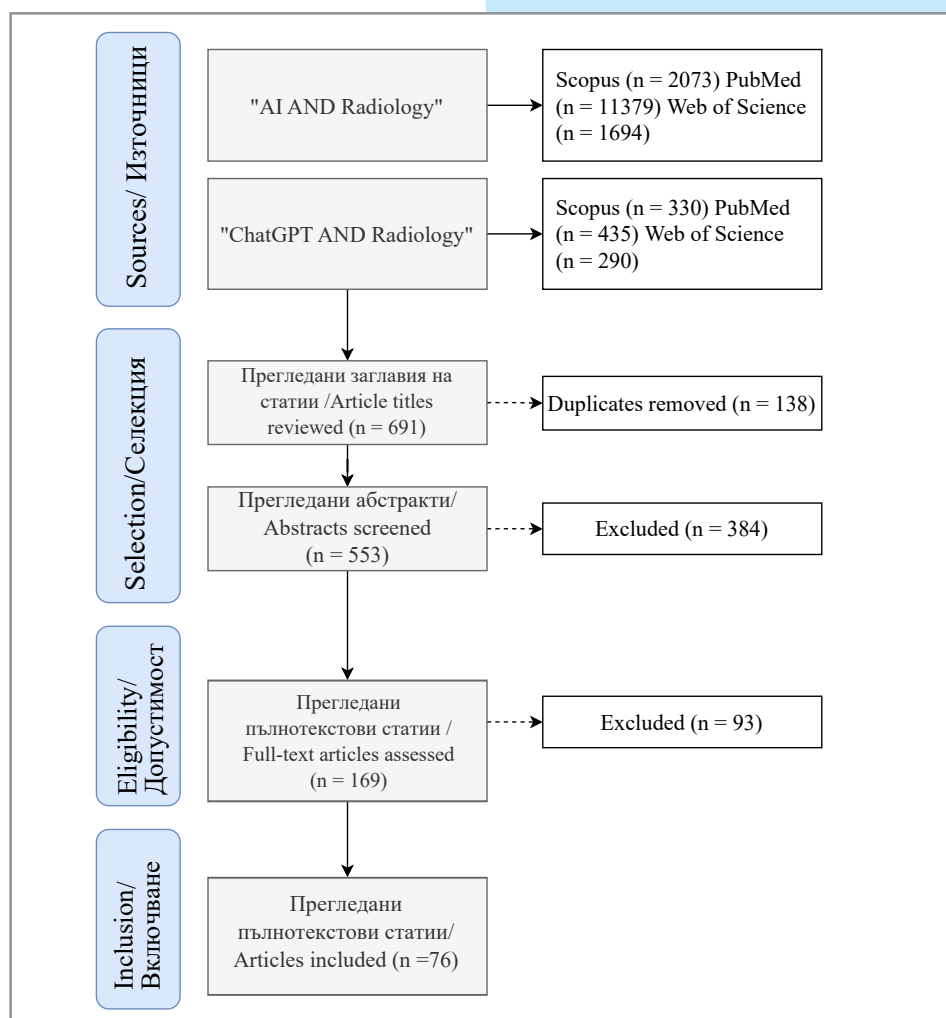
Фигура 1 визуализира методологията на подбор, включваща стъпките за стесняване на резултатите от първоначалното търсене и селектиране на най-релевантните статии за настоящия преглед.

Study Selection and Eligibility Criteria

The selection of relevant studies was conducted independently by the authors through an unbiased analysis of the search results. The inclusion criteria encompassed original research focused on the application of ChatGPT in radiology, data extraction and analysis, quality assessment, and synthesis of key findings. This collaborative approach ensured a more objective and comprehensive evaluation of the selected articles, with the final review reflecting a consensus among the authors.

The selected articles included reviews and various types of studies, such as case reports, observational studies, randomized controlled trials, and other relevant research. Excluded were publications unrelated to ChatGPT in the context of radiology, duplicates, non-peer-reviewed articles, studies focusing on other medical fields, conference abstracts, and non-academic sources.

Figure 1 illustrates the selection methodology, outlining the steps taken to narrow down the initial search results and identify the most relevant studies for this review.



Фиг. 1. Методология за подбор на литература

Fig. 1. Methodology for literature selection

Приложения на AI в рентгенологията

AI моделите, базирани на дълбоки невронни мрежи и обучени за разпознаване на рентгенови, компютърно-томографски (КТ) и магнитно-резонансни (ЯМР) изображения (13,14,15,16,17), демонстрират значителен потенциал за извършване на предварителна диагностика при разпознаване на патологични аномалии (18), скрининг на онкологични заболявания (19, 20), белодробни патологии (21, 22) и други състояния.

ChatGPT и други езикови модели, като Google Gemini, Microsoft Copilot, и GPT-3, представляват значими иновации в областта на обработката на естествен език (NLP), но могат да са полезни в медицината. ChatGPT може да автоматизира изготвянето на рентгенологични доклади (8, 23), да улеснява разясняването на сложни медицински термини, да генерира текст с правилно медицинско съдържание, да предоставя персонализирани учебни планове и материали (25), да подобрява комуникацията между медицински специалисти и пациенти (26, 27), да генерира отговори на медицински въпроси и да предлага възможни диференциални диагнози на базата на симптоми (27, 28).

Въпреки значителния си потенциал на езиковите AI модели, все още има възпрепятстващи фактори (29, 30, 31) за внедряването им в медицинската практика. Необходимо е задълбочено изследване за улавяне на техни грешки и прецизиране на алгоритмите им, оценка на ефективността на модела (32, 33), поддръжка и мониторинг.

Интеграция на обучени AI модели за образна диагностика и езикови такива (34), (35, 36) би допринесла за осигуряване на по-задълбочени и прецизни резултати. Тази синергия би позволила комбинирането на силните страни на езиковата обработка и анализа на медицински изображения, което е от съществено значение за оптимизиране на диагностичния процес и повишаване на точността на резултатите в клиничната практика.

Потенциални приложения на ChatGPT в рентгенологията

Изследваните потенциалните приложения на ChatGPT в рентгенологията според прегледаната литература могат да се разделят в три направления (Фиг. 2): административна и диагностична подкрепа на рентгенолози, образование и професионално развитие и комуникация с пациенти.

Applications of AI in Radiology

AI models based on deep neural networks, trained to recognize radiographs, computed tomography (CT), and magnetic resonance imaging (MRI) scans (13), (14), (15), (16), (17), show significant potential for preliminary diagnosis in identifying pathological anomalies (18), cancer screening (19), (20), pulmonary pathologies (21), (22), and other conditions.

ChatGPT and other language models, such as Google Gemini, Microsoft Copilot, and GPT-3, represent significant innovations in natural language processing (NLP), and they can be beneficial in medicine. ChatGPT can automate the creation of radiology reports (8), (23), assist in explaining complex medical terms, generate text with accurate medical content, provide personalized educational plans and materials (25), improve communication between medical professionals and patients (26), (27), generate responses to medical questions, and suggest possible differential diagnoses based on symptoms (27), (28).

Despite their considerable potential, language-based AI models still face barriers (29), (30), (31) in being integrated into medical practice. In-depth research is needed to identify their errors and refine their algorithms, assess the model's effectiveness (32), (33), and ensure ongoing support and monitoring.

Integrating trained AI models for image diagnostics and language models (34), (35), (36) could contribute to providing more detailed and precise results. This synergy would allow the combination of the strengths of language processing and medical image analysis, which is essential for optimizing the diagnostic process and improving the accuracy of results in clinical practice.

Potential Applications of ChatGPT in Radiology

The potential applications of ChatGPT in radiology, based on the reviewed literature, can be categorized into three areas (Fig. 2): administrative and diagnostic support for radiologists, education and professional development, and communication with patients.

Фиг. 2. Приложения на ChatGPT в рентгенологията



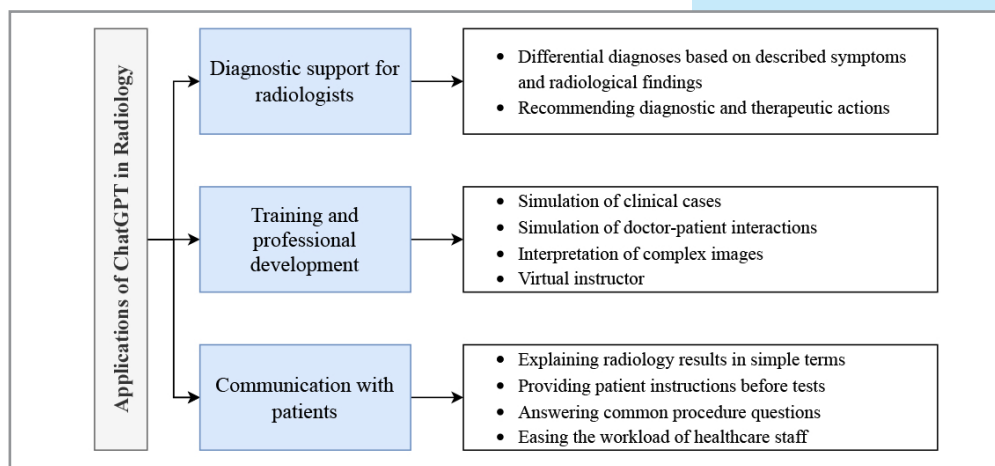


Fig. 2. Applications of ChatGPT in radiology

Административна и диагностична подкрепа на рентгенолози

Едно от ключовите приложения (Фиг. 2) на ChatGPT в рентгенологията е подпомагането на рентгенолозите при административни и диагностични задачи. Моделът е способен да генерира автоматизирани рентгенологични доклади (37, 38, 39, 40, 41) въз основа на предварително обработени данни или анализирани резултати от медицински изображения (42), което значително съкращава времето за ръчно изготвяне на документи. Проблем (Табл. 1) е, че не е специализиран за директен анализ на медицински изображения, а работи само с текстови данни. Това ограничава способността му да разпознава и интерпретира различни находки, да различава нюанси в симптомите на пациенти и да анализира сложни клинични случаи без подкрепа на други диагностични инструменти. Той е силно зависим от данните, с които е обучен, и липсата на актуални медицински знания може да доведе до неподходящи или непълни, дори грешни диагнози. Интеграция между ChatGPT и съществуващи AI системи за разпознаване на образи, като Lunit (43) и Zebra Medical Vision (например Visual-ChatGPT) (44, 45, 46, 47), които вече постигат впечатляващи резултати при автоматизиран анализ на рентгенови изображения и такива получени от компютърна томография и ядрено-магнитен резонанс, би улеснила и подпомогнала работата на лекарите и би допринесла за по-прецизна диагностика и по-ефективен работен процес. Такива системи обещава напредък в автоматизирането на някои процеси, като писане на рентгенологични доклади, интерпретация на клинични данни, вземане на съответни решения за лечение на пациента (48, 49, 50). В рентгенологията, където грешките могат да имат сериозни последици за здравето на пациента, системи като ChatGPT-4Vision (47) могат да предложат допълнителна проверка, като автоматично генерират подробни и точни описания на откритите аномалии (51), да комбинират историята на заболяването с радиологичните изображения, за да поставят диференциални диагнози (52) и да проектират планове за лечение. Такива системи имат потенциала да революционизират рентгенологията, но официалното им въвеждане в клиничната практика изисква да се установят професионални предпазни мерки, да се гарантира, че както лекарите, така и пациентите са добре информирани за възможностите и ограниченията

Administrative and Diagnostic Support for Radiologists

One of the key applications (Fig. 2) of ChatGPT in radiology is assisting radiologists with administrative and diagnostic tasks. The model is capable of generating automated radiology reports (37), (38), (39), (40), (41) based on pre-processed data or analyzed results from medical images (42), which significantly reduces the time required for manually preparing documents. A key challenge (Table 1) is that ChatGPT is not specialized for direct analysis of medical images and works only with textual data. This limits its ability to recognize and interpret different findings, distinguish nuances in patient symptoms, and analyze complex clinical cases without support from other diagnostic tools. It is highly dependent on the data it has been trained on, and the lack of up-to-date medical knowledge can lead to inappropriate or incomplete, even incorrect, diagnoses. Integration between ChatGPT and existing AI systems for image recognition, such as Lunit (43) and Zebra Medical Vision (e.g., Visual-ChatGPT) (44), (45), (46), (47), which already achieve impressive results in the automated analysis of radiographs, CT scans, and MRI images, would ease and support doctors' work and contribute to more accurate diagnostics and a more efficient workflow. These systems promise progress in automating certain processes, such as writing radiology reports, interpreting clinical data, and making appropriate treatment decisions (48), (49), (50). In radiology, where errors can have serious consequences for patient health, systems like ChatGPT-4 Vision (47) can offer additional verification by automatically generating detailed and accurate descriptions of detected anomalies (51), combining the medical history with radiological images to provide differential diagnoses (52), and designing treatment plans. Such systems have the potential to revolutionize radiology, but their official integration into clinical practice requires establishing professional safeguards to ensure both doctors and patients are well-informed about the capabilities and limitations of the technology. Extensive multicenter studies, involving diverse

на технологията. Необходими са обширни многоцентрови проучвания, включващи различни набори от данни и техники за предварително обучение, за да се потвърди неговата ефикасност.

Образователни приложения

Използването на ChatGPT като образователен инструмент в рентгенологията (53) и други сфери на медицината (54, 55, 56, 57) е едно от най-често изследваните приложения. Моделът е способен да симулира клинични случаи (56, 57), да предоставя детайлни обяснения (54, 55) за различни заболявания и техните рентгенологични характеристики, което го прави ценен инструмент в обучението на студенти по медицина (25, 56, 57) и специалисти-рентгенолози (55). Симулирайки взаимодействие с пациенти (57) студентите могат да развият умения за диагностициране, вземане на терапевтични решения, за интерпретация на комплексни образи (54). Моделът може да функционира като виртуален преподавател (58), който подпомага обучаемите чрез насоки и обратна връзка в реално време, улеснявайки тяхното развитие и усвояване на ключови умения при използване на новите технологии, като PET/MRI, SPECT/MRI, EEG-PET/fMRI, които трансформират диагностиката (60).

Комуникация с пациенти

Друго значимо приложение на ChatGPT, което може да намали стреса и ангажираността на медицинските специалисти, е комуникацията с пациентите (61). Той може да бъде използван за обясняване на резултатите от рентгенологичните изследвания на разбираем и достъпен за пациентите език (9, 62), предоставяйки детайлна и опростена информация за съответните находки (63, 64, 65) медицински процедури и методи на лечение. Може да отговаря на често задавани въпроси.

Достъпът до информация през ChatGPT може да намали напрежението в общуването между специалистите и пациентите или техните придружители, като отговаря на въпросите им и намалява риска от конфликти. Това е особено важно в ситуации, при които недоразуменията водят до ескалация и агресия. ChatGPT допълва фокуса на лекарите върху лечението, като улеснява комуникацията и подобрява разбирането.

Предимства, ограничения и предизвикателства

В таблица 1 са представени предимствата, ограниченията и проблемите (65), (66), чието решаване може да бъде насока за бъдещи изследвания.

Основното предизвикателство е неспособността на модела за анализ на медицински изображения, което подчертава необходимостта от създаване на мултимодални AI системи и изисква задълбочени изследвания за оценка на диагностичните им способности. Такива изследвания и оценки на ChatGPT (28, 29, 51, 52) са правени в различни направления на медицината, но са необходими и за съвместната работа на модела с мултимодалните AI за анализ на изображения (47, 48, 67). Необходими са и проуч-

datasets and pre-training techniques, are needed to confirm their effectiveness.

Educational Applications

The use of ChatGPT as an educational tool in radiology (53), and other areas of medicine (54), (55), (56), (57), is one of the most frequently researched applications. The model is capable of simulating clinical cases (56), (57), providing detailed explanations (54), (55) for various diseases and their radiological features, making it a valuable tool in training medical students (25), (56), (57), and radiology specialists (55). By simulating interactions with patients (57), students can develop skills in diagnosing, making therapeutic decisions, and interpreting complex images (54). The model can function as a virtual instructor (58), assisting learners with guidance and real-time feedback, facilitating their development and mastery of key skills when using new technologies such as PET/MRI, SPECT/MRI, and EEG-PET/fMRI, which are transforming diagnostics (60).

Communication with Patients

Another significant application of ChatGPT, which can reduce stress and engagement for medical professionals, is communication with patients (61). It can be used to explain the results of radiological exams in a clear and accessible language for patients (9), (62), providing detailed and simplified information about the relevant findings (63), (64), (65), medical procedures, and treatment methods. It can also answer frequently asked questions.

Access to information through ChatGPT can reduce tension in interactions between specialists and patients or their companions by answering their questions and decreasing the risk of conflicts. This is particularly important in situations where misunderstandings lead to escalation and aggression. ChatGPT complements the doctor's focus on treatment by facilitating communication and enhancing understanding.

Advantages, Limitations, and Challenges

Table 1 presents the advantages, limitations, and issues (65), (66) that need to be addressed and could guide future research.

The primary challenge is the model's inability to analyze medical images, which highlights the need for the development of multimodal AI systems and requires in-depth research to assess their diagnostic capabilities. Such studies and evaluations of ChatGPT (28), (29), (51), (52) have been conducted in various areas of medicine, but further research is necessary for the model's collaboration with multimodal AI systems for image analysis (47), (48), (67). Additionally, studies

вания (68), свързани с оптимизиране на работния процес, като регистрация на пациенти, планиране на прегледи и консултации, получаване на изображения, интерпретация и докладване на случаи както на специалистите, така и на пациентите.

Бъдещото развитие на модела може да се съсредоточи върху подобряване на интерактивността, персонализацията и ангажираността с потребителите. Усъвършенстваните алгоритми за машинно обучение биха позволили на ChatGPT да предлага индивидуализирани консултации, персонални планове и интерактивни разговори, което би го позиционирало сред водещите инструменти за симулация на клинични случаи и предоставяне на научна информация.

Въпреки че ChatGPT генерира до голяма степен точна медицинска информация, по преценка на академични лекари специалисти, съществуват и ограничения, изискващи разработване на модели за коригиране на неточностите и за валидиране. Развитието на ChatGPT в областта на рентгенологията зависи до голяма степен от качеството и количеството на данните, използвани за обучението му. Изследвания, свързани с неговата точност при диагностициране (69), отговаряне на въпроси от различни области на медицината (70, 71) и интерпретация на медицински доклади на достъпен за пациента език (72), показват, че е необходимо да се разработят по-добри алгоритми за обучение.

Таблица 1. Предимства, ограничения и перспективи в използването на Chat GPT в рентгенологията

Предимства	Ограничения	Перспективи
- Повишена ефективност и точност - Информирание на пациенти - Достъп до богати медицински знания - Намаляване на човешките грешки - Пестене на време	- Неспособност за директен анализ на медицински изображения - Потребност от по-добра регулация и етични стандарти - Ограничена клинична адаптивност - Ограничена интерактивност с пациенти - Липса на емпатия към пациента - Не добра персонализация на случаите	- Интеграция с AI за образна диагностика и развитие на мултимодални AI системи - Подобряване на интерактивността и персонализацията - Подобряване на алгоритмите за обучение на модела - Разработване на специализирани медицински версии на AI - Разработване на тестове за оценка на ефективността на AI в реални условия - Разработване на регулаторна рамка, определяща правните и етични норми за използване на AI в медицината

(68) focused on optimizing workflow, such as patient registration, scheduling of exams and consultations, acquiring images, and interpreting and reporting cases for both specialists and patients, are also needed.

Future development of the model could focus on improving interactivity, personalization, and user engagement. Advanced machine learning algorithms could enable ChatGPT to offer tailored consultations, personalized plans, and interactive conversations, positioning it as a leading tool for simulating clinical cases and providing scientific information.

Although ChatGPT generates largely accurate medical information as evaluated by academic specialists, some limitations require the development of models for correcting inaccuracies and validation. The development of ChatGPT in the field of radiology depends significantly on the quality and quantity of data used for its training. Research related to its accuracy in diagnosing (69), answering questions from various areas of medicine (70), (71), and interpreting medical reports in a language accessible to patients (72) indicates the need for better training algorithms.

Table 1. Advantages, limitations, and perspectives of using ChatGPT in radiology

Advantages	Limitations	Perspectives
- Increased efficiency and accuracy - Informing patients - Access to rich medical knowledge - Reduction of human errors - Time-saving	- Inability to directly analyze medical images - Need for better regulation and ethical standards - Limited clinical adaptability - Limited interactivity with patients - Lack of empathy toward patients - Poor personalization of cases	- Integration with AI for imaging diagnostics and development of multimodal AI systems - Improvement of interactivity and personalization - Improvement of training algorithms for the model - Development of specialized medical versions of AI - Development of tests to assess the effectiveness of AI in real-world conditions - Development of a regulatory framework defining legal and ethical standards for the use of AI in medicine

Необходими са универсални тестове и методики за изследване и оценка на ефективността на ChatGPT и други AI, както и анализ на потенциалните рискове и ползи за лекари и пациенти.

Създаването на регулаторна рамка (73), определяща правните и етичните норми (74, 75) за тяхното приложение има ключово значение. Тя трябва да включва ясни насоки за защита на личните данни, процедури за оценка на безопасността и механизми за отговорност при възникнали грешки, освен това да се предвижда непрекъснато наблюдение и актуализация, за да се адаптира към бързото развитие на технологиите и да се гарантира максимална полза и сигурност за пациентите.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приложението на изкуствения интелект и в частност на езикови модели като ChatGPT в рентгенологията обещава значителен напредък в медицинската практика. Настоящото изследване идентифицира три ключови области на въздействие: автоматизация на административни и диагностични задачи, подобряване на образованието и професионалното развитие и улесняване на комуникацията с пациентите.

Установени са следните ограничения: неспособност за директен анализ на медицински изображения; необходимост от по-добра регулация и етични стандарти; ограничена клинична адаптивност и интерактивност при общуване с пациенти; липса на емпатия към пациента; не добра персонализация на случаите и ограничена клинична адаптивност. Тези предизвикателства очертават възможности за бъдещи изследвания и усъвършенстване.

Интеграцията и синергията на потенциала на ChatGPT с AI системи за анализ на изображения и създаване на мултимодални специализирани медицински платформи могат да повишат точността при диагностициране на заболявания, да подобрят интерактивността и ефикасността на обучението на специалисти и студенти по медицина.

Развитието на deep learning моделите изисква включване на разнообразни клинични случаи за по-добра адаптивност и ефективност.

Universal tests and methodologies are needed to investigate and assess the effectiveness of ChatGPT and other AIs, as well as an analysis of the potential risks and benefits for doctors and patients.

The creation of a regulatory framework (defining the legal and ethical norms for their application) is of key importance. It should include clear guidelines for the protection of personal data, procedures for safety assessment, and mechanisms for accountability in case of errors. Additionally, continuous monitoring and updating should be foreseen to adapt to the rapid development of technologies and ensure maximum benefit and safety for patients.

CONCLUSION

The application of artificial intelligence, particularly language models like ChatGPT, in radiology promises significant progress in medical practice. This study identifies three key areas of impact: automation of administrative and diagnostic tasks, improvement of education and professional development, and facilitation of communication with patients.

The following limitations have been identified: inability to directly analyze medical images; the need for better regulation and ethical standards; limited clinical adaptability and interactivity in patient communication; lack of empathy towards patients; poor case personalization, and limited clinical adaptability. These challenges outline opportunities for future research and refinement.

The integration and synergy of the potential of ChatGPT with AI image analysis systems and the creation of multimodal specialized medical platforms could improve diagnostic accuracy, enhance interactivity, and increase the effectiveness of training for specialists and medical students.

The development of deep learning models requires the inclusion of diverse clinical cases for better adaptability and effectiveness.

КНИГОПИС/REFERENCES

- Ahuja AS. The impact of artificial intelligence in medicine on the future role of the physician. *PeerJ*. 2019 Oct 4;7:e7702. doi: 10.7717/peerj.7702.
- Ahmad, Z., et al. Artificial intelligence (AI) in medicine, current applications and future role with special emphasis on its potential and promise in pathology: present and future impact, obstacles including costs and acceptance among pathologists, practical and philosophical considerations. A comprehensive review. *Diagn Pathol*, 2021, 16, 24 <https://doi.org/10.1186/s13000-021-01085-4>
- Park, C. J. et al. Medical student perspectives on the impact of artificial intelligence on the practice of medicine. Current problems in diagnostic radiology, 2021, 50(5), 614-619
- Mohamed Khalifa, Mona Albadawy, AI in diagnostic imaging: Revolutionising accuracy and efficiency, *Computer Methods and Programs in Biomedicine Update*, V. 5, 2024, 100146, ISSN 2666-9900, <https://doi.org/10.1016/j.cmpbup.2024.100146>, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666990024000132>
- Oyeniya, J., & Oluwaseyi, P. Emerging Trends in AI-Powered Medical Imaging: Enhancing Diagnostic Accuracy and Treatment Decisions, *International Journal of Enhanced Research In Science Technology & Engineering*, 2024, 2319-7463, DOI:10.55948/IJERSTE.2024.0412
- Sakly, H. et al. Radiology, AI and big data: Challenges and opportunities for medical imaging. *Trends of Artificial Intelligence and Big Data for E-Health*, 2023, 33-55, DOI:10.1007/978-3-031-11199-0_3
- Mese, I. et al., Improving radiology workflow using ChatGPT and artificial intelligence. *Clinical Imaging*, Epub 2023 Oct 6, doi: 10.1016/j.clinimag.2023.109993.
- Jiang, H. et al., Transforming free-text radiology reports into structured reports using ChatGPT: A study on thyroid ultrasonography. *European Journal of Radiology*, 2024, 175, 111458, doi: 10.1016/j.ejrad.2024.111458. Epub 2024 Apr 9. PMID: 38613868.
- Li, H. et al., Decoding radiology reports: potential application of OpenAI ChatGPT to enhance patient understanding of diagnostic reports. *Clinical Imaging*, 2023, 101, 137-141, doi: 10.1016/j.clinimag.2023.06.008, Epub 2023 Jun 8. PMID: 37336169.
- Rao A. et al., Evaluating GPT as an Adjunct for Radiologic Decision Making: GPT-4 Versus GPT-3.5 in a Breast Imaging Pilot, *Journal of the American College of Radiology*, Volume 20, Issue 10, 2023, Pages 990-997, ISSN 1546-1440, <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2023.05.003>, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1546144023003940>
- Eysenbach, G., The role of ChatGPT, generative language models, and artificial intelligence in medical education: a conversation with ChatGPT and a call for papers. *JMIR Medical Education*, 9(1), e46885, DOI: 10.2196/46885, PMID: 36863937, PMCID: 10028514
- Currie, G. et al., ChatGPT in medical imaging higher education. *Radiography*, 2023, 29(4), 792-799, doi: 10.1016/j.radi.2023.05.011. Epub 2023 Jun 2. PMID: 37271011.
- Adams, S. J. et al., Artificial intelligence solutions for analysis of X-ray images. *Canadian Association of Radiologists Journal*, 2021, 72(1), 60-72.
- Obuchowicz R, et al., Clinical Applications of Artificial Intelligence in Medical Imaging and Image Processing-A Review. *Cancers (Basel)*. 2024 May 14;16(10):1870. doi: 10.3390/cancers16101870. PMID: 38791949; PMCID: PMC11120567.
- Bi, W. L. et al., Artificial intelligence in cancer imaging: clinical challenges and applications. *CA: a cancer journal for clinicians*, 2019, 69(2), 127-157.
- Kvak, D. et al. (2024). Detecting Pulmonary Lesions in Low-Prevalence Real-World Settings Using Deep Learning. In: Su, R., Zhang, YD., Frangi, A.F. (eds) *Proceedings of 2023 International Conference on Medical Imaging and Computer-Aided Diagnosis MICAD 2023*. Lecture Notes in Electrical Engineering, vol 1166. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-97-1335-6_1
- Kim E.Y. et al. Concordance rate of radiologists and a commercialized deep-learning solution for chest X-ray: Real-world experience with a multicenter health screening cohort. *PLoS One*. 2022 Feb 24;17(2):e0264383. doi: 10.1371/journal.pone.0264383. PMID: 35202417; PMCID: PMC8870572.
- David B. et al., Clinical Impact of an AI Decision Support System for Detection of Intracranial Hemorrhage in CT Scans, *Neurotrauma Reports*, Volume 5.1, 2024, DOI: 10.1089/neur.2024.0017
- Rodríguez-Ruiz A. et al., Detection of Breast Cancer with Mammography: Effect of an Artificial Intelligence Support System. *Radiology*. 2019, Feb;290(2):305-314. doi: 10.1148/radiol.2018181371. Epub 2018 Nov 20. PMID: 30457482
- Kim HE. et al., Changes in cancer detection and false-positive recall in mammography using artificial intelligence: a retrospective, multireader study. *Lancet Digit Health*. 2020 Mar;2(3):e138-e148. doi: 10.1016/S2589-7500(20)30003-0. Epub 2020 Feb 6. PMID: 33334578.
- Rajpurkar, P., et al. Deep learning for chest radiograph diagnosis: A retrospective comparison of the CheXNeXt algorithm to practicing radiologists. *PLoS medicine*, 2018, 15(11), Article e1002686. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002686>
- Hwang E.J., et al., Development and Validation of a Deep Learning-Based Automated Detection Algorithm for Major Thoracic Diseases on Chest Radiographs. *JAMA Netw Open*. 2019 Mar 1;2(3):e191095. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2019.1095. PMID: 30901052; PMCID: PMC6583308.
- Jeblick, K. et al., ChatGPT makes medicine easy to swallow: an exploratory case study on simplified radiology reports. *European radiology*, 2024, 34(5), 2817-2825.
- Xu, X. et al., Opportunities, challenges, and future directions of large language models, including ChatGPT in medical education: a systematic scoping review. *Journal of Educational Evaluation for Health Professions*, 2024;21:6. doi: 10.3352/jeehp.2024.21.6. Epub 2024 Mar 15. PMID: 38486402; PMCID: PMC11035906.
- Walker, H. L et al., Reliability of medical information provided by ChatGPT: assessment against clinical guidelines and patient information quality instrument. *Journal of Medical Internet Research*, 2023, 25, e47479
- Eneva Y., Dogan B., A Qualitative Assessment of Medical Diagnosis Capabilities of Three Artificial Intelligence Models: ChatGPT-4o, CodyMD, and Dr. Gupta, *Journal of Biosciences and Medicines* Vol.12, No.11, November 15, 2024, DOI: 10.4236/jbm.2024.1211021
- Eneva Y., Dogan B., Evaluation Of Medical Diagnosis Capabilities Of Three Artificial Intelligence Models – ChatGPT-3.5, Google Gemini, Microsoft Copilot, IJANSER, v.8, n. 2, 102–108

28. Srivastav, S. et al., ChatGPT in radiology: the advantages and limitations of artificial intelligence for medical imaging diagnosis. *Cureus*, 2023, 15(7).
29. Strohm, L. et al., Implementation of artificial intelligence (AI) applications in radiology: hindering and facilitating factors. *European radiology*, 2020, 30, 5525-5532.
30. Debs, P., & Fayad, L. M., The promise and limitations of artificial intelligence in musculoskeletal imaging. *Frontiers in Radiology*, 2023, 3, 1242902.
31. Lyons R.J., et al., Artificial intelligence chatbot performance in triage of ophthalmic conditions. *Can J Ophthalmol.*, 2024, Aug;59(4):e301-e308. doi:10.1016/j.cjco.2023.07.016., Epub 2023, Aug 9. PMID: 37572695.
32. Colla D. et al., Semantic coherence markers: The contribution of perplexity metrics. *Artif Intell Med.* 2022 Dec;134:102393. doi: 10.1016/j.artmed.2022.102393. Epub 2022 Sep 5. PMID: 36462890.
33. Barash Y. et al., ChatGPT-4 Assistance in Optimizing Emergency Department Radiology Referrals and Imaging Selection. *J Am Coll Radiol.* 2023 Oct;20(10):998-1003. doi: 10.1016/j.jacr.2023.06.009. Epub 2023 Jul 7. PMID: 37423350.
34. Essien, N. et al., Bridging Minds and Machines: Exploring the Symbiosis of Artificial Intelligence and Cybernetics, *SSRN Electronic Journal* 4847856, 2024. DOI:10.2139/ssrn.4847856
35. Wong, K. K., et al., The synergy of cybernetical intelligence with medical image analysis for deep medicine: a methodological perspective. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 2023, 240, 107677.
36. Hu, Y., et al. Exploring the potential of ChatGPT as an adjunct for generating diagnosis based on chief complaint and cone beam CT radiologic findings. *BMC Med Inform Decis Mak* 24, 55 (2024). <https://doi.org/10.1186/s12911-024-02445-y>
37. Nakaura, T. et al., Preliminary assessment of automated radiology report generation with generative pre-trained transformers: comparing results to radiologist-generated reports. *Japanese Journal of Radiology*, 2024, 42(2), 190-200.
38. Sacoransky, E., et al., ChatGPT and assistive AI in structured radiology reporting: A systematic review. *Current Problems in Diagnostic Radiology.*, 2024, 11, v.53. p.728-737, <https://doi.org/10.1067/j.cpradiol.2024.07.007>
39. Soleimani M., et al., (2024). Practical evaluation of ChatGPT performance for radiology report generation. *Academic Radiology.*, 2024, Dec;31(12):4823-4832. doi: 10.1016/j.acra.2024.07.020.
40. Lyu, Q. et al., Translating radiology reports into plain language using ChatGPT and GPT-4 with prompt learning: results, limitations, and potential. *Visual Computing for Industry, Biomedicine, and Art*, 2023, 6, 9 <https://doi.org/10.1186/s42492-023-00136-5>
41. Sun, S. H. et al., Testing the ability and limitations of ChatGPT to generate differential diagnoses from transcribed radiologic findings. *Radiology*, 2024, 313(1), e232346.
42. Ueda D. et al., „Diagnostic performance of ChatGPT from patient history and imaging findings on the diagnosis please quizzes“, *Radiology*, 2023, 308, doi: 10.1148/radiol.231040
43. Lunit Kim EY, et al., Concordance rate of radiologists and a commercialized deep-learning solution for chest X-ray: Real-world experience with a multicenter health screening cohort. *PLoS ONE* 2022, 17(2): e0264383. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264383>
44. Mrs.Lakshmi.Sl., et al., Detection of suspicious lesions in mammogram using Zebra Medical Vision algorithm, *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* e-ISSN: 2395-0056, Volume: 05 Issue: 04 | Apr-2018
45. Osco LP, et al., The Potential of Visual ChatGPT for Remote Sensing. *Remote Sensing*. 2023; 15(13):3232. <https://doi.org/10.3390/rs15133232>
46. Hayden, N. et al., (2024). Performance of GPT-4 with Vision on Text-and Image-based ACR Diagnostic Radiology In-Training Examination Questions. *Radiology*, 2024, 312(3), e240153., doi: 10.1148/radiol.240153
47. Lingxuan Z. et al., Step into the era of large multimodal models: a pilot study on ChatGPT-4V(ision)'s ability to interpret radiological images. *International Journal of Surgery* 110(7):p 4096-4102, July 2024. | DOI: 10.1097/JS9.0000000000001359
48. Keshavarz P. et al., ChatGPT in radiology: A systematic review of performance, pitfalls, and future perspectives, *Diagnostic and Interventional Imaging*“, Volume 105, Issues 7–8, 2024, Pages 251-265, ISSN 2211-5684, <https://doi.org/10.1016/j.diii.2024.04.003>, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211568424001050>
49. Gordon E.B. et al., Enhancing Patient Communication With Chat-GPT in Radiology: Evaluating the Efficacy and Readability of Answers to Common Imaging-Related Questions, *Journal of the American College of Radiology*, Volume 21, Issue 2, 2024, Pages 353-359, ISSN 1546-1440, <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2023.09.011>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1546144023007755>)
50. Ren Y., et al. Exploring whether ChatGPT-4 with image analysis capabilities can diagnose osteosarcoma from X-ray images. *Exp Hematol Oncol.* 2024 Jul 27;13(1):71. doi: 10.1186/s40164-024-00537-z. PMID: 39068484; PMCID: PMC11282772.
51. Dehdab, R. et al., Evaluating ChatGPT-4V in chest CT diagnostics: a critical image interpretation assessment. *Jpn J Radiol* 2024, 42, 1168–1177. <https://doi.org/10.1007/s11604-024-01606-3>
52. Meşe, I., et al., Educating the next generation of radiologists: a comparative report of ChatGPT and e-learning resources. *Diagnostic and Interventional Radiology*, 2024, 30(3), 163.
53. Amedu C., Ohene-Botwe B., Harnessing the benefits of ChatGPT for radiography education: A discussion paper, *Radiography*, Volume 30, Issue 1, 2024, Pages 209-216, ISSN 1078-8174, <https://doi.org/10.1016/j.radi.2023.11.009>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1078817423002250>)
54. Apornvirat S. et al., Comparative analysis of ChatGPT and Bard in answering pathology examination questions requiring image interpretation. *Am J Clin Pathol.* 2024 Sep 3;162(3):252-260. doi: 10.1093/ajcp/aaqae036. PMID: 38619043.
55. Johnson D. et al., Assessing the Accuracy and Reliability of AI-Generated Medical Responses: An Evaluation of the Chat-GPT Model. *Res Sq [Preprint]*. 2023 Feb 28;rs.3.rs-2566942. doi: 10.21203/rs.3.rs-2566942/v1. PMID: 36909565; PMCID: PMC10002821.
56. Thomae AV, et al., Integration of ChatGPT Into a Course for Medical Students: Explorative Study on Teaching Scenarios, Students' Perception, and Applications, *JMIR Med Educ* 2024;10:e50545, DOI: 10.2196/50545, PMID: 39177012, PMCID: 11360267

57. Scherr, R. et al., ChatGPT interactive medical simulations for early clinical education: case study. *JMIR Medical Education*, 20239, e49877, DOI: 10.2196/49877
58. Jeff C. et al., Proof of Concept of ChatGPT as a Virtual Tutor, *American Journal of Pharmaceutical Education*, Volume 88, Issue 12, 2024, 101333, ISSN 0002-9459, <https://doi.org/10.1016/j.ajpe.2024.101333>, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0002945924110522>
59. Rosen S, Saban M. Evaluating the reliability of ChatGPT as a tool for imaging test referral: a comparative study with a clinical decision support system. *Eur Radiol.* 2024 May;34(5):2826-2837. doi: 10.1007/s00330-023-10230-0. Epub 2023 Oct 13. PMID: 37828297.
60. Bonfitto, et al., Harnessing ChatGPT dialogues to address claustrophobia in MRI-A radiographers' education perspective. *Radiography*, 2024, 30(3), 737-744.
61. Schmidt, S., et al., Simplifying radiologic reports with natural language processing: a novel approach using ChatGPT in enhancing patient understanding of MRI results. *Arch Orthop Trauma Surg* 144, 611–618 (2024). <https://doi.org/10.1007/s00402-023-05113-4>
62. Kuckelman, I.J. et al. Translating musculoskeletal radiology reports into patient-friendly summaries using ChatGPT-4. *Skeletal Radiol* 53, 1621–1624 (2024). <https://doi.org/10.1007/s00256-024-04599-2>
63. Chiesa-Estomba, L.A. et al., Exploring the potential of Chat-GPT as a supportive tool for sialendoscopy clinical decision making and patient information support. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 281, 2081–2086 (2024). <https://doi.org/10.1007/s00405-023-08104-8>
64. CJ McCarthy, et al., „Evaluation of an artificial intelligence chatbot for delivery of interventional radiology patient education material: a comparison with societal website content“, *J Vasc Interv Radiol JVIR* (2023), doi:10.1016/j.jvir.2023.05.037, S1051-0443(23)00423–2PMID: 37330210
65. Augustin L., et al., Revolutionizing radiology with GPT-based models: Current applications, future possibilities and limitations of ChatGPT, *Diagnostic and Interventional Imaging*, Volume 104, Issue 6, 2023, Pages 269-274, ISSN възможности и ограничения 2211-5684, <https://doi.org/10.1016/j.diii.2023.02.003> (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221156842300027X>)
66. Tu, W., & Joe, B. N., The Era of ChatGPT and Large Language Models: Can We Advance Patient-centered Communications Appropriately and Safely?. *Radiology: Imaging Cancer*, 2024, 6(3), e240038.
67. Koga, S., & Du, W. Integrating AI in medicine: Lessons from Chat-GPT's limitations in medical imaging. *Digestive and Liver Disease*, 2024, 56(6), 1114-1115
68. Mitsuyama, Y. et al., Comparative analysis of GPT-4-based ChatGPT's diagnostic performance with radiologists using real-world radiology reports of brain tumors. *European Radiology*, 2024, 1,10.
69. Jin, Q. et al. Hidden flaws behind expert-level accuracy of multimodal GPT-4 vision in medicine. *npj Digit. Med.* 7, 190 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41746-024-01185-7>
70. MW Wagner, BB. Ertl-Wagner, Accuracy of information and references using ChatGPT-3 for retrieval of clinical radiological information, *Can Assoc Radiol J* (2023), 10.1177/08465371231171125, 8465371231171125PMID: 37078489
71. Priyanka B. et al., Revolutionizing healthcare through Chat GPT: AI is accelerating medical diagnosis, *Oral Oncology Reports*, Volume 9, 2024, 100222, ISSN 2772-9060, <https://doi.org/10.1016/j.oor.2024.100222>. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772906024000682>
72. D.M. Hudson, C. Heales, S.J. Vine, Radiographer Perspectives on current occurrence and management of claustrophobia in MRI, *Radiography*, 28 (1) (2022), pp. 154-161, 10.1016/j.radi.2021.09.008
73. Freyer, Oscar et al., A future role for health applications of large language models depends on regulators enforcing safety standards, *The Lancet Digital Health*, Volume 6, Issue 9, e662 - e672
74. T. Akinci, D. et al., Large language models in radiology: fundamentals, applications, ethical considerations, risks, and future directions REVIEW, *Diagn Interv Radiol* (2023), doi: 10.4274/dir.2023.232417
75. Mennella, C. et al., (2024). Ethical and regulatory challenges of AI technologies in healthcare: A narrative review. *Heliyon*. 2024 Feb 15;10(4):e26297.
76. doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e26297.
77. Brady A., Neri E., Artificial Intelligence in Radiology—Ethical Considerations, 2020, Apr 17;10(4):231. doi: 10.3390/diagnostics10040231

Адрес за кореспонденция:

Йорданка Енева
Катедра физика и биофизика, Факултет по фармация,
Медицински университет „Професор д-р Параскев
Стоянов“ - Варна, България
ел. адрес: Yordanka.Eneva@mu-varna.bg

Address for correspondence:

Yordanka Eneva
Department of Physics and Biophysics, Faculty
of Pharmacy, Medical University of Varna
“Prof. Dr. Paraskev Stoyanov”, Varna, Bulgaria
e-mail: Yordanka.Eneva@mu-varna.bg

“НЕПОПУЛЯРНИТЕ” ДЕЙНОСТИ, ИЗВЪРШВАНИ ОТ МЕДИЦИНСКИТЕ ФИЗИЦИ И ИНЖЕНЕРИ ЗА ОПАЗВАНЕ ЗДРАВЕТО НА НАСЕЛЕНИЕТО

Мишел Израел^{1,2}, Михаела Иванова¹, Цветелина
Шаламанова¹, Виктория Зарябова¹, Петя Иванова¹,
Христина Петкова¹

¹Национален център по общественото здраве
и анализи, София

²Медицински университет – Плевен

РЕЗЮМЕ

В настоящата публикация се представя позиция на част от българските медицински физици за дейностите, които не се обхващат от традиционното мислене в клиниките, където физиците работят основно с източници на йонизиращи лъчения в областта на рентгенологията, нуклеарната медицина и лъчетерапията. Тук става дума за участието на медицинските физици в медицински звена, които прилагат нейонизиращи лъчения за диагностика и терапия, както и такива, занимаващи се с оценка на експозицията и риска от други физически фактори, имащи значение за здравето на човека, като лазерни лъчения, шум, инфра и ултразвук, микроклимат и други. Въпреки че за тях има изисквания за квалификация и специализация в нашата страна, те не са включени в класификатора на професиите, както и в законодателството за участието им в медицинските звена.

Дискусията по проблема е свързана с факта, че европейските структури по медицинска физика (EFOMP - Европейската федерация на организациите по медицинска физика) разпознава тези „други“ медицински физици и техните дейности през последните 4-5 години и препоръчва те да бъдат изравнени по права и задължения както „останалите“ в клиничните звена. Позицията на авторите е свързана с възможностите за разработване на такова законодателство у нас.

Ключови думи: медицинска физика, санитарно инженерство, нейонизиращи лъчения, Европейска федерация по медицинска физика, законодателство

“UNPOPULAR” ACTIVITIES PERFORMED BY MEDICAL PHYSICISTS AND ENGINEERS TO PROTECT THE HEALTH OF THE GENERAL POPULATION

Michel Israel^{1,2}, Mihaela Ivanova¹, Tsvetelina
Shalamanova¹, Victoria Zaryabova¹, Petya Ivanova¹,
Hristina Petkova¹

¹ National Center of Public Health and Analyses, Sofia

² Medical University – Pleven

ABSTRACT

This publication presents the position of some Bulgarian medical physicists on activities that are not covered by traditional thinking in clinics, where physicists work mainly with sources of ionizing radiation in the fields of radiology, nuclear medicine and radiotherapy. This refers to the engagement of medical physicists in medical units that apply non-ionizing radiation for diagnosis and therapy, as well as those dealing with exposure and risk assessment of other physical factors important to human health, such as laser radiation, noise, infra and ultrasound, microclimate, and others. Although there are qualification and specialization requirements for them in our country, they are not included in the classifier of professions, as well as in the legislation for their work in medical units.

The discussion on the problem is related to the fact that the European structures in medical physics (EFOMP - European Federation of Medical Physics Organizations) recognize these „other“ medical physicists and their activities over the last 4-5 years and recommend that they be equalized in rights and obligations as those in clinical units. The authors' position is related to the possibilities for developing such legislation in our country.

Keywords: medical physics, sanitary engineering, non-ionizing radiation, European Federation of Medical Physics, Organizations legislation

ВЪВЕДЕНИЕ

Основните дейности, в които са ангажирани медицинските физици и инженерите, традиционно са свързани с апаратурата и методите за диагностика и лечение на заболявания с прилагане на йонизиращи лъчения. Те са в три направления: рентгенова диагностика, лъчелечение и нуклеарна медицина. За тези дейности медицинските физици участват като експерти в екипите на болниците или съответните медицински звена трябва да се консултират с медицински физик, съгласно правилата, описани в Наредба №2 за условията и реда за осигуряване защита на лицата при медицинско облъчване, ДВ бр.13 от 2018 г., изменения и допълнения в ДВ бр. 25 от 2019 г. и ДВ бр. 1 от 2020 г.

Основните норми за радиационна защита на Международната агенция за атомна енергия (IAEA) от 1996 г. препоръчват, а Директиви 96/23 и 97/43 ЕВРАТОМ на Европейския съюз изискват участието на квалифициран експерт по радиационна защита и по медицинска физика при всички дейности с йонизиращи лъчения.

Съгласно дефиницията на Международната организация по медицинска физика (IOMP) *“медицинският физик е лице с университетска степен или неин еквивалент, който допълнително специализира в областта на физичните принципи, методи и техники, използвани в медицината и ги прилага, работейки непосредствено с медицинския персонал в медицинските заведения, общи или университетски болници, изследователски институти или лаборатории и прилага и/или развива медицинските техники и методи в практиката и изследванията за превенция, диагностика и лечение на болестите и/или провежда курсове по медицинска физика и други сродни науки за физици, инженери, техници и медицински специалисти.”*

В Класификатора на професиите медицинските физици с цитираните дейности са под № 2111 „физик“, с разширения 5021 „физик, медицинска радиологична физика“, 5023 „физик, радиационна хигиена“, 5024 „физик, радиобиология“. През 2021 г. професията „магистър по медицинска физика“ е вписана в Националния класификатор на професиите и длъжностите с код 2111 / 7026 – „физик, медицинска физика“ и 7027 – „физик, експерт по медицинска физика“ (1).

Образованието на медицински физици в областта на йонизиращите лъчения с бакалавърска степен се извършва в три университета, разгледано във времето: ШУ „Епископ К. Преславски“ (за първи път у нас, но в момента не се преподава), СУ „Св. Кл. Охридски“, Физически факултет, ПУ „Паисий Хилендарски“.

През текущия мандат Българското дружество по биомедицинска физика и инженерство (БДМФИ) подкрепи МУ- Варна „Проф. д-р Параскев Стоянов“ да подготвя кадри по биомедицинска техника и технологии. В настоящия момент са въведени в Софийския университет и в Пловдивския университет магистърски програми по различни аспекти на медицинската физика, техника и технологии в медицината.

INTRODUCTION

The main activities in which medical physicists and engineers are engaged are traditionally related to the equipment and methods for the diagnosis and treatment of diseases using ionizing radiation. They are in three areas: X-ray diagnostics, radiotherapy and nuclear medicine. For these activities, medical specialists in the hospitals or the relevant medical units must consult with a medical physicist in charge as expert, according to the rules described in Ordinance No. 2 on the conditions and procedure for ensuring the protection of individuals during medical radiation, State Gazette No. 13 of 2018, Amendments and Supplements in State Gazette No. 25 of 2019 and State Gazette No. 1 of 2020.

The International Atomic Energy Agency (IAEA) Basic Radiation Protection Standards of 1996 recommend, and European Union Directives 96/23 and 97/43 EURATOM require, the participation of a qualified radiation protection and medical physics expert in all activities involving ionizing radiation.

According to the definition of the International Organization of Medical Physics (IOMP) *„a medical physicist is a person with a university degree or its equivalent who further specializes in the field of physical principles, methods and techniques used in medicine and applies them, working directly with medical personnel in medical institutions, general or university hospitals, research institutes or laboratories and applies and/or develops medical techniques and methods in practice and research for the prevention, diagnosis and treatment of diseases and/or conducts courses in medical physics and other related sciences for physicists, engineers, technicians and medical specialists.”*

In the Classifier of Occupations, medical physicists with the cited activities are under No. 2111 „physicist“, with the extensions 5021 „physicist, medical radiological physics“, 5023 „physicist, radiation hygiene“, 5024 „physicist, radiobiology“. In 2021, the profession „Master of Medical Physics“ was entered in the National Classifier of Professions and Positions with code 2111 / 7026 - „physicist, medical physics“ and 7027 - „physicist, expert in medical physics“ (1).

The education of medical physicists in the field of ionizing radiation with a bachelor's degree is carried out at three universities, considered in following time order: „Bishop K. Preslavski“ University (for the first time in our country, but currently not taught), „St. Kl. Ohridski“ University, Faculty of Physics, „Paisiy Hilendarski“ University.

During the current term, the Bulgarian Society of Biomedical Physics and Engineering (BSMPE) supported the Medical University of Varna „Prof. Dr. Paraskev Stoyanov“ to train personnel in biomedical engineering and technologies. Currently, master's programs in various aspects of medical physics, engineering and technology in medicine have been introduced at Sofia University and Plovdiv University.

Следдипломното обучение на медицинските физици със специалност „**медицинска радиологична физика**“ се извършва съгласно изискванията на Наредба № 1 за придобиване на специалност в системата на здравеопазването, ДВ бр. 7 от 2015 г. с множество изменения и допълнения, като последното в ДВ бр. 25 от 2024 г.

„Непопулярните дейности“, извършвани от медицинските физици

Едновременно с това обаче, физиците участват в множество **дейности, които „не са популярни“ за гилдията на медицинските физици** в световен мащаб.

Преди всичко, това са приложенията на нейонизиращите лъчения в различни области на медицината – в клиничната практика, в научните изследвания, в дейностите по опазване здравето на работещите и населението. В клиничните звена, в медицинските центрове най-широко се прилагат радиочестотни електромагнитни енергии за терапия, хирургия, нискочестотни магнитни полета във физиотерапията, УВ и ИЧ лампи за терапия, профилактика, в операционни, микробиологични, болнични и други помещения поради бактерицидния ефект на УВ лечение, лазерни лъчения във всички области на медицината: офталмология, онкология, хирургия, урология, гинекология, дерматология и други. Телеметричните системи за дистанционно наблюдение, за запис и проследяване на жизнени показатели, за дистанционна хирургия използват радиочестотни електромагнитни полета за пренасяне на информацията.

Ултразвукът в последните години се включва от Международната комисия по защита от нейонизиращи лъчения (ICNIRP) в списъка на факторите, обединени под названието „нейонизиращи лъчения“, независимо че те не са електромагнитни вълни по своята физична природа. Те също се прилагат в образната диагностика в различни области на медицината - гинекологията, за изследване на вътрешните органи, във физиотерапията.

Съвременната образна диагностика прилага съоръжения с ЯМР, които са източници на нейонизиращи лъчения – постоянни магнитни полета, нискочестотни електрически и магнитни полета, радиочестотни електромагнитни вълни.

Стоматологичните кабинети използват микровълново лъчение за терапия, светлинни лампи с висока интензивност на оптичните лъчения.

Освен приложението на нейонизиращите лъчения в медицинската практика при диагностика и лечение, медицинските физици и инженери участват и в много други дейности, които са пряко свързани с опазване на здравето на населението. Те са в научните лаборатории, в органите за контрол на факторите на средата, в службите по трудова медицина за оценка на факторите на работната среда, в научните лаборатории за проучване влиянието на различни физически фактори върху здравето на човека – **микроклимат, вибрации, шум, гравитация, ускорения, йонизация на въздуха и други.**

Postgraduate education of medical physicists with a specialty in „**medical radiological physics**“ and „**medical sanitary physics**“ is carried out in accordance with the requirements of Ordinance No. 1 for acquiring a specialty in the healthcare system, State Gazette No. 7 of 2015 with numerous amendments and supplements, the latest in State Gazette No. 25 of 2024.

The “unpopular activities” carried out by medical physicists

At the same time, however, physicists engage in numerous **activities that are “unpopular”. within the professional community worldwide.**

First of all, these are the applications of non-ionizing radiation in various fields of medicine - in clinical practice, in scientific research, in activities for protection the health of workers and the population. In clinical units and medical centers, radiofrequency electromagnetic energies are most widely used for therapy, surgery, low-frequency magnetic fields in physiotherapy, UV and IR lamps for therapy, prophylaxis, in operating rooms, microbiological, hospital and other rooms due to the bactericidal effect of UV radiation, laser radiation in all areas of medicine: ophthalmology, oncology, surgery, urology, gynecology, dermatology, dentistry, etc. Telemetry systems for remote monitoring, recording and tracking vital parameters, and remote surgery use radiofrequency electromagnetic fields to transmit information.

In recent years, **ultrasound** has been included by the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) in the list of factors grouped under the name „non-ionizing radiation“, even though they are not electromagnetic waves by their physical nature. They are also used in imaging diagnostics in various fields of medicine - gynecology, for the study of human internal organs, and in physiotherapy.

Modern imaging diagnostics uses MRI equipment, which are sources of non-ionizing radiation – static magnetic fields, low-frequency electric and magnetic fields, and radiofrequency electromagnetic waves.

Dental offices use microwave radiation for therapy, light lamps with high intensity of optical radiation, lasers for treatment and surgery.

In addition to the application of non-ionizing radiation in medical practice for diagnosis and treatment, medical physicists and engineers are also involved in many other activities that are directly related to protecting the health of the population. They are in scientific laboratories, in environmental factors control bodies, in occupational health services for assessing working environment factors, in scientific laboratories for studying the influence of various physical factors on human health - **microclimate, vibrations, noise, gravity, accelerations, air ionization, and others.**

Национално законодателство

Тази група от физици и инженери не са припознати от нормативните документи, регламентиращи дейностите по медицинска физика в Европа и у нас. Няма директива, наредба или стандарт, съгласно който те да бъдат удостоверени като регулирана професия в медицинската практика, независимо че в международната дефиниция за медицински физик те могат да бъдат открити, а също университетското образование на медицинските физици включва голяма част от необходимите знания за извършване на тези дейности, без прилагане на йонизиращи лъчения. В областта на СДО у нас е призната специалността „медицинска санитарна физика“, също и професията с номенклатура № 2111, подномер 5022 – физик, медицинска санитарна физика. По отношение на специалността по СДО „санитарно инженерство“, няма номенклатура в класификатора на регулираните професии. Това до голяма степен намалява атрактивността на тези професии сред физиците и инженерите и специализиращите тези специалности в страната са единици.

Настояването от страна на БДМФИ, както и непрекъснатото напомняне за „другите“ дейности на медицинските физици и инженери от всички области на приложение в медицината, да бъдат равно признати в европейското и националното законодателство, доведе до сериозна промяна в политиката на EFOMP. За промени в това направление настояват и други национални сдружения по медицинска физика в Европа и в света.

Международните организации

През последните 10 години EFOMP разработи, предложи на обсъждане и въведе нови Statements, включващи различни „нейонизиращи“ дейности на медицинските физици.

Като пример през 2012 г. EFOMP публикува документ, определящ политиката за дефиниране на нови дейности в областта на медицинската физика, които следва да доведат до обогатяване на изискванията за квалификация и познания на медицинските физици. Една от основните причини за това е масовото използване на съоръжения с ЯМР за диагностика, част от тях съвместно с компютърни томографи и други технологии. Така през 2020 г. е въведено допълнение *PS No.14 “The Role of the Medical Physicist in the management of safety within the magnetic resonance imaging environment: EFOMP recommendations”*, дискутиращо необходимостта от специалисти с висока компетентност и знания в областта на науката, наричани там *“MR scientists”*, по-специално в клиничните науки, в екипа на лекарите в техните оценки и при терапия. Сред тези учени има медицински физици с високо ниво на подготовка и знания, наречени *“Medical Physics MR Scientists”*, които трябва да се включат в по-голямата част от дейностите, изброени по-горе.

National legislation

This group of physicists and engineers is not recognized by the regulatory documents regulating medical physics activities in Europe and in our country. There is no directive, regulation or standard under which they can be certified as a regulated profession in medical practice, although they can be found in the international definition of a medical physicist, and the university education of medical physicists already covers much of the knowledge necessary to perform these activities without the use of ionizing radiation. In the field of *postgraduate education*, the specialty *„medical sanitary physics“* is recognized in our country, as well as the profession with nomenclature No. 2111, subnumber 5022 - physicist, medical sanitary physics. Regarding the specialty in the postgraduate education *„sanitary engineering“*, there is no nomenclature entry in the classifier of regulated professions. This largely reduces the attractiveness of these professions among physicists and engineers, and there are only a few specializing in these specialties in the country.

The persistent efforts of BSMFE, as well as the constant reminder of the „other“ activities of medical physicists and engineers from all areas of application in medicine, to be equally recognized in European and national legislation, led to a serious change in EFOMP policy. Other national medical physics associations in Europe and around the world are also pushing for changes in this direction.

International organizations

Over the past 10 years, EFOMP has developed, proposed for discussion and introduced new Statements covering various “non-ionizing” activities of medical physicists.

As an example, in 2012, EFOMP published a policy statement (PS) defining new activities in the field of medical physics, broadening the qualification and knowledge of medical physicists. One of the main reasons for this is rapidly increasing use of MRI facilities for diagnostic purposes, some of them in conjunction with computed tomography scanners and other technologies. Thus, in 2020, an addendum *PS No.14 “The Role of the Medical Physicist in the management of safety within the magnetic resonance imaging environment: EFOMP recommendations”* was introduced, discussing the need for specialists with high competence and knowledge in the field of science, called *“MR scientists”*, in particular in clinical sciences, in the team of doctors in their assessments and in therapy. Among these scientists are medical physicists with a high level of training and knowledge, called *“Medical Physics MR Scientists”*, who should be involved in most of the activities listed above.

Цитираното допълнение се оказва необходимо след:

- Публикуването на Директива 2013/35/2013 за защита на работещите от въздействието на електромагнитни лъчения (2);
- Развитието и прилагането на нови съоръжения с ЯМР, като PET/MRI, LINAC/MRI, interventional MRI, SPECT/MRI, parallel transmit RF systems, както и въвеждането на много интензивни MRI системи (7 T), във връзка с новите изисквания за безопасност на пациентите и работещите;
- Публикуването на EC RP 174 “European Guidelines on Medical Physics Expert” през 2014 г., където Европейската комисия препоръчва „...тъй като системите, излъчващи нейонизиращи лъчения съвместно с йонизиращи, стават все повече (като PET/MRI, SPECT/MRI), да се включи експертът по медицинска физика (МРЕ), имащ подходящи знания по отношение на медицинското приложение на други физически фактори“;
- Значителното разширяване на високоспециализирани ЯМР техники, като спектроскопия, дифузионно и перфузионно претеглено изобразяване, функционално изобразяване (fMRI), претеглено изобразяване на чувствителността (SWI), морфометрия, CEST контраст, артериално спиново маркиране (ASL), синтетичен ЯМР и др., комбинираното използване на много от тези техники при планиране на хирургична намеса, радиотерапия или мултимодална образна диагностика, също и нарастващото приложение на *Artificial Intelligence (AI)* в диагностичната радиология, както и използването на количествени образни биомаркери, основани на данни от ЯМР.

Въз основа на това допълнение EFOMP прави препоръки, свързани с необходимостта медицинските физици да се обучават подробно в изискванията на Директива 2013/35/ЕК, както и за прилагане на други физически фактори в медицинската практика. Една от препоръките включва и обогатяване на обучението по специалността „медицинска физика“ с новите изисквания, извън тези, свързани с клиничното приложение на йонизиращите лъчения.

Декларацията от Малага, която е приета от всички национални дружества по медицинска физика, включва също изисквания за промяна на понятието и съдържанието на МРЕ (медицински физик – експерт МФЕ) (3). В текста ясно е записано, че използването на нейонизиращи лъчения за образна диагностика и за терапия изисква специалното внимание от страна на специалистите МФЕ. Спектърът на медицинските уреди и физическите фактори, използвани в настоящето в болниците, многократно надвишава спектъра на използваните уреди с йонизиращи и нейонизиращи лъчения, така че МФЕ трябва да извършва различни физиологични измервания, да прилага технологии с изкуствен интелект и нанотехнологии. Всичко това изисква сериозна промяна в програмите за обучение на *Medical Physics MR Scientist*, включващи ЯМР технологии, лазерни приложения, оценка на риска по EU Directive 2013/35/EC.

The cited addition became necessary following:

- The publication of Directive 2013/35/EU on the protection of workers from the effects of electromagnetic fields (2);
- The development and implementation of new MRI facilities, such as PET/MRI, LINAC/MRI, interventional MRI, SPECT/MRI, parallel transmit RF systems, as well as the introduction of very intensive MRI systems (7 T), in connection with the new requirements for patient and worker safety;
- The publication of EC RP 174 “European Guidelines on Medical Physics Expert” in 2014, where the European Commission recommends “...as systems emitting non-ionizing radiation together with ionizing radiation become more common (such as PET/MRI, SPECT/MRI), the involvement of a medical physics expert (MPE) with appropriate knowledge of the medical application of other physical factors”;
- The significant expansion of highly specialized MRI techniques, such as spectroscopy, diffusion and perfusion weighted imaging, functional imaging (fMRI), susceptibility weighted imaging (SWI), morphometry, CEST contrast, arterial spin labeling (ASL), synthetic MRI, etc., the combined use of many of these techniques in planning surgery, radiotherapy or multimodal imaging, also the increasing application of *Artificial Intelligence (AI)* in diagnostic radiology, as well as the use of quantitative imaging biomarkers based on MRI data.

Based on this supplement, EFOMP makes recommendations related to the need for medical physicists to be trained in detail in the requirements of Directive 2013/35/EC, as well as for the application of other physical factors in medical practice. One of the recommendations also includes enriching the training in the specialty „medical physics“ with new requirements, beyond those related to the clinical application of ionizing radiation.

The Malaga Declaration, which has been adopted by all national medical physics societies, also includes requirements for changing the concept and content of the MPE (medical physicist expert) (3). The text clearly states that the use of non-ionizing radiation for imaging and therapy requires special attention from MPE specialists. The spectrum of medical devices and physical factors currently used in hospitals many times exceeds the spectrum of devices used with ionizing and non-ionizing radiation, so the MPE must perform various physiological measurements, apply artificial intelligence technologies and nanotechnology. All this requires substantial changes in the training programs of *Medical Physics MR Scientist*, including MRI technologies, laser applications, risk assessment under EU Directive 2013/35/EC.

Други декларации на EFOMP, свързани с разширяване на компетентността на медицинските физици извън тези, работещи с йонизиращи лъчения (някои от тях, в разработка), са следните:

- **No.17** “The role and competence of medical physicists and medical physicist experts in the different stages of a medical device life cycle”;
- **No.18** “Medical physics education for the non-physics healthcare professions”;
- **No.20** “Physiological measurements and medical physicists”;
- **No. 21** “The role of medical physicist in the management of medical laser sources”.

№ 17. MPPs (професионалистите по медицинска физика) се обучават в клоновете на физиката, свързани с практиката на медицината. Притежавайки солидна научна подготовка и технически умения, MPPs са много подходящи да играят водеща роля във всеки етап от жизнения цикъл на медицинско изделие. Като се има предвид, че функционирането на медицинските устройства и тяхното клинично приложение в рутинната клинична практика и изследвания е основано главно на физиката и инженерните науки, MPP е силно свързан с новостите в науката и съвременните клинични приложения на медицинските устройства, както и със свързаните с тях физически фактори.

№ 18. Тази декларация за политика представя декларации за мисия и визия за медицински физици, обучаващи други специалисти (не физици) и на потребители на медицински устройства и прилагащи физически фактори в медицината, като представя най-добрите практики за преподаване на здравни специалисти (не физици), поэтапния процес за разработване на учебна програма (съдържание, метод на преподаване и оценка) и обобщени препоръки въз основа на широк обем от изследвания.

№ 20. Обосновката на работната група: Ролите на медицинския физик са свързани с осигуряване на диагностично качество при физиологични измервания в различни медицински специалности. Те поставят уникални изисквания за точни и безопасни измервания, като всяко от тях изисква специално проектирани инструменти за измерване, отхвърляне/корекция на артефакти, екраниращи решения и софтуер. Медицинският физик, работещ с физиологични измервания, получава специфичен сертификат на основата на необходима клинична практика, чрез полагане на изпити в областта на физиката и на методите електрокардиография, електроенцефалография, магнетоенцефалография, електромиография, полисомнография, респираторна диагностика, интраоперативен мониторинг, транскраниална магнитна стимулация, електростимулация, електрическа безопасност и др.

№ 21. Обосновката на работната група: Експертите по медицинска физика, работещи в болниците, често се назначават като експерти по лазерна безопасност за лазерите, използвани в медицински приложения. Тяхната роля е да допринасят за поддържането на безопасна, ефективна

Other EFOMP policy statements related to expanding the competence of medical physicists beyond those working with ionizing radiation (some of them, in development) are the following:

- **No.17** “The role and competence of medical physicists and medical physicist experts in the different stages of a medical device life cycle”;
- **No.18** “Medical physics education for the non-physics healthcare professions”;
- **No.20** “Physiological measurements and medical physicists”;
- **No.21** “The role of medical physicist in the management of medical laser sources”.

№ 17. MPPs (Medical Physics Professionals) are trained in the branches of physics relevant to the practice of medicine. Possessing a solid scientific background and technical skills, MPPs are well-suited to play a leading role in any stage of the medical device life cycle. Given that the functioning of medical devices and their clinical application in routine clinical practice and research is mainly based on physics and engineering sciences, MPP is strongly related to the scientific advances and modern clinical applications of medical devices, as well as the physical factors associated with them.

№ 18. This policy statement presents mission and vision statements for medical physicists educating other professionals (non-physicists) and users of medical devices and applying physical factors in medicine, presenting best practices for teaching health professionals (non-physicists), the step-by-step process for developing a curriculum (content, teaching method and assessment) and summarized recommendations based on a wide body of research.

№ 20. The working group’s rationale: The roles of the medical physicist are related to ensuring diagnostic quality in physiological measurements in various medical specialties. They place unique demands on accurate and safe measurements, each requiring specially designed measurement instruments, artifact rejection/correction, shielding solutions, and software. The medical physicist working with physiological measurements receives a specific certificate based on necessary clinical practice, by passing exams in the field of physics and the methods of electrocardiography, electroencephalography, magnetoencephalography, electromyography, polysomnography, respiratory diagnostics, intraoperative monitoring, transcranial magnetic stimulation, electrical stimulation, electrical safety, etc.

№ 21. The Working Group’s rationale: Medical physics experts working in hospitals are often appointed as laser safety experts for lasers used in medical applications. Their role is to contribute to maintaining the safe, effective and optimized use of laser-based devices for

и оптимизирана употреба на лазерно базирани устройства за пациенти, персонал и посетители. По-специално това включва контрол на качеството, управление на риска (обозначаване на зони, контролирани с лазер, дефиниране на разпоредби за защита, включително защитно оборудване, знаци и т.н.), обучение на персонала и потребителите, оптимизиране и безопасност на практиките.

Политиката на БДМФИ е в посока на обединяване на медицинските физици и биомедицинските инженери от всички приложения на физически енергии и методи в медицината, независимо дали това е в клиниката, медицинския център, научното звено, лабораторията за измерване и оценка на експозицията на физически фактори, службата по трудова медицина. Това може да стане само с въвеждане на подходящо законодателство както в европейските структури, така и на национално ниво. За целта е най-важно да се усъвършенстват програмите за обучение на медицинските физици, инженери, както и тези в областта на следдипломното обучение по медицинска физика и биомедицинско инженерство.

КНИГОПИС:

1. МТСП. Списък на длъжностите в националната класификация на професиите и длъжностите, 2011 г., Приложение 4 към Заповед № РД01-931/27.12.2010 г. с влезлите в сила промени в НКПД-2011 от 01.01.2025 г. <https://www.mlsp.government.bg/uploads/24/nkpd/list-of-occupations-01-01-2025.pdf>
2. Директива 2013/35/ЕС на Европейския парламент и на Съвета от 26 юни 2013 година относно минималните изисквания за здраве и безопасност, свързани с експозицията на работниците на рискове, дължащи се на физически агенти (електромагнитни полета)
3. Brenda Birne et al. EFOMP Malaga Declaration 2023: An updated vision on Medical Physics in Europe, Elsevier, Physica Medica 111 (2023) 102620.

Адрес за кореспонденция:

Проф. Мишел Израел
Национален център по обществено
здраве и анализи, София
ел. адрес: michelisrael@abv.bg

patients, staff and visitors. In particular, this includes quality control, risk management (designation of laser-controlled areas, definition of protection provisions including protective equipment, signs, etc.), training of staff and users, optimization and safety of practices.

The policy of BSMFE is towards uniting medical physicists and biomedical engineers from all applications of physical energies and methods in medicine, whether in the clinic, medical center, scientific unit, laboratory for measurement and assessment of exposure to physical factors, or occupational health service. This can only be achieved by introducing appropriate legislation both in European structures and at national level. To this end, it is most important to improve the training programs for medical physicists, engineers, as well as those in the field of postgraduate training in medical physics and biomedical engineering.

REFERENCES:

1. Ministry of Labor and Social Policy. National Classifier of Professions and Positions <https://www.mlsp.government.bg/uploads/24/nkpd/list-of-occupations-01-01-2025.pdf>
2. Directive 2013/35/EU of the European Parliament and of the Council of 26 June 2013 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields)
3. Brenda Birne et al. EFOMP Malaga Declaration 2023: An updated vision on Medical Physics in Europe, Elsevier, Physica Medica 111 (2023) 102620.

Address for Correspondence:

Prof. Michel Israel
National Center of Public Health
and Analyses, Sofia
e-mail: michelisrael@abv.bg

ПРОЦЕДУРА ПО СЪГЛАСУВАНЕ НА ПРОГРАМИ ЗА МАМОГРАФСКИ СКРИНИНГ ЗА РАК НА МЛЕЧНАТА ЖЛЕЗА И РЕЗУЛТАТИ

Георги Георгиев, Филип Симеонов, Димитрана
Ангелова, Кремена Иванова

Национален център по радиобиология
и радиационна защита

РЕЗЮМЕ

Въведение: Мамографският скрининг е ключов инструмент за ранно откриване на рак на гърдата и доказано намалява смъртността чрез своевременно диагностика и лечение. В България липсата на национална организирана програма налага прилагане на локални кампанийни подходи и ясни административни процедури за тяхното одобряване и контрол. Ефективната структура и проследяване на такива програми са от съществено значение за осигуряване на равен достъп и качество.

Цел: Целта на настоящото изследване е да се представи структуриран списък с изисквания от страна на НЦРРЗ за съгласуване на програми за мамографски скрининг, с акцент върху процедурната прозрачност и съответствието със законовите изисквания. Допълнително се цели анализ на представените дозиметрични стойности с оглед определяне на типични дози (ТД) и сравняването им с европейските.

Материал и методи: Прилага се процедура по съгласуване на програма за мамографски скрининг, разработена от Националния център по радиобиология и радиационна защита, която включва ясно дефинирани стъпки и изисквания към техническите средства и екипа. В дозиметричен анализ са включени данни от 290 жени, преминали две краткосрочни програми за мамографски скрининг през 2024 г., с оценка на ключови дозиметрични параметри и сравнение с европейски референтни стойности.

Резултати: Средната жлезиста доза варира от 0.67 mGy до 1.12 mGy в зависимост от размера на гърдата, а 75-тият перцентил е между 0.72 mGy и 1.36 mGy, което потвърждава съответствие с европейските препоръки. Въздушната керма показва тенденция за по-високи стойности при средни гърди, отразяваща различия в техническите параметри и настройките на апаратурата. Получените данни дават възможност за дефиниране на типични дози и подобряване на контрола върху дозовото натоварване.

Обсъждане: Въвеждането на унифицирани стъпки и списък с изисквания скъсява срока за одобрение на програмите до 2–4 седмици и облекчава координацията между контролните органи и лечебните заведения. Практиката повишава ефективността при подготовка

APPROVAL PROCEDURE FOR MAMMOGRAPHY SCREENING PROGRAMS FOR BREAST CANCER AND RESULTS IN BULGARIA

Gueorgui Gueorguiev, Philip Simeonov, Dimitrana
Angelova, Kremena Ivanova

National Center for Radiobiology and Radiation
Protection, Sofia, Bulgaria

ABSTRACT

Introduction: Mammography screening is a key tool for the early detection of breast cancer and has been proven to reduce mortality through timely diagnosis and treatment. In Bulgaria, the absence of a national organized program necessitates the use of local short-term campaigns and clear administrative procedures for their approval and oversight. An effective structure and proper monitoring of such programs are essential to ensure equal access and consistent quality.

Aim: The aim of this study is to present a structured list of requirements developed by the NCRRP for the approval of mammography screening programs, with emphasis on procedural transparency and compliance with legal standards. Additionally, it aims to analyze the reported dosimetric values to define typical doses (TD), and to compare them with European benchmarks.

Material and Methods: An approval procedure for mammography screening programs, developed by the National Centre of Radiobiology and Radiation Protection, was applied, including clearly defined steps and requirements for technical equipment and team composition. The dosimetric analysis includes data from 290 women who underwent two short-term mammography screening campaigns in 2024, with evaluation of key dosimetric parameters and comparison with European reference levels.

Results: The mean glandular dose ranges from 0.67 mGy to 1.12 mGy depending on breast size, while the 75th percentile is between 0.72 mGy and 1.36 mGy, confirming compliance with European recommendations. The entrance air kerma shows a trend for higher values in medium-sized breasts, reflecting variations in technical parameters and equipment settings. The obtained data allow for the definition of typical doses, and help improve dose monitoring and optimization.

Discussion: The introduction of standardized steps and a requirements checklist shortens the approval process for programs to 2–4 weeks and facilitates coordination between regulatory bodies and healthcare facilities. This practice increases efficiency in planning and implementing screening activities and ensures examinations are carried out according to the ALARA

и изпълнение на скрининга и гарантира, че изследванията се извършват при спазване на принципа ALARA. Участието на медицински физик или експерт остава ключово условие за техническа и дозиметрична сигурност.

Заключение: Проучването демонстрира, че приложената практика за съгласуване и контрол е ефективна както административно, така и дозиметрично, като същевременно осигурява база за разработване на типични дози. Това е важна предпоставка за хармонизиране с европейските стандарти и за изграждане на устойчива система за скрининг в България. Резултатите подчертават значението на стандартизиран подход и добри практики в полза на пациентите и здравната система.

Ключови думи: кампания за мамографски скрининг, мамографски скрининг, рак на гърдата

ВЪВЕДЕНИЕ

Програмите за мамографски скрининг са жизненоважни за ранното откриване на рак на гърдата, като оказват значително влияние върху намаляване на смъртността. Ракът на гърдата е сред най-често срещаните ракови заболявания в световен мащаб и откриването му в ранните му стадии често означава, че лечението може да бъде както по-малко инвазивно, така и по-успешно. Мамографията е рентгенов образен метод с ниска доза, който може да открие тумори преди те да са достатъчно големи, за да се усетят физически. Доказано е, че програмите за ранно откриване намаляват смъртността от рак на гърдата, като позволяват навременна интервенция. Освен ранното откриване, програмите за мамографски скрининг помагат за намаляване на разходите за здравеопазване в дългосрочен план, което е особено полезно за недофинансираните здравни системи. Ранното откриване на рак не само подобрява процента на преживяемост на пациентите, но също така намалява финансовата тежест върху здравната система. Лечението на ракови заболявания в ранен стадий е по-евтино и лесно в сравнение с лечението на напредналите стадии, което често изисква продължителна хоспитализация, химиотерапия или операции. Този икономически аспект е важен в условия с ограничени ресурси, тъй като превантивните грижи обикновено са по-осъществими и достъпни. Spak et al. анализира резултатите от прегледи с мобилна мамографска уредба, проведени в периода 2012 – 2017 г. в град Хюстън, САЩ, като се фокусира върху пациенти, изправени пред различни пречки за участие в годишен скрининг за рак на гърдата. От 9327 прегледа са открити 14 ракови заболявания (честота на откриване на рак 1,5 на 1000), като повечето са малки и в начален стадий; допълнително са повторени 1686 прегледа и са направени 98 биопсии. Програмата ефективно открива ракови заболявания в начален стадий при асимптоматична популация, подчертавайки необходимостта от подобни инициативи за подобряване на достъпа до скрининг за

принцип. The involvement of a medical physicist or expert remains a key condition for technical and dosimetric safety.

Conclusion: The study demonstrates that the applied approval and control procedure is effective both administratively and dosimetrically, while providing a basis for developing typical doses. This is an important prerequisite for harmonization with European standards and for building a sustainable screening system in Bulgaria. The results emphasize the importance of a standardized approach and best practices for the benefit of patients and the healthcare system.

Keywords: screening program, mammography screening, breast cancer, underprivileged population

INTRODUCTION

Mammography screening programs are vital for the early detection of breast cancer, making a significant impact on reducing mortality. Breast cancer is among the most common cancers worldwide and detecting it in its early stages often means that treatment can be both less invasive and more successful. Mammography is a low-dose X-ray imaging method that can detect tumors before they are large enough to be physically felt. Early detection programs have been shown to reduce breast cancer mortality by allowing for timely intervention. In addition to early detection, mammography screening programs help reduce healthcare costs in the long term, which is particularly beneficial for underfunded healthcare systems serving marginalized groups. Early detection of cancer not only improves patient survival rates, but also reduces the financial burden on the healthcare system. Treating early-stage cancers is cheaper and easier than treating advanced stages, which often require prolonged hospitalization, chemotherapy, or surgery. This economic aspect is important in resource-limited settings, as preventive care is usually more feasible and affordable. Spak et al. analyzed the results of mobile mammography screenings conducted in Houston, USA, from 2012 to 2017, focusing on patients who faced various barriers to participating in annual breast cancer screening. Of the 9,327 screenings, 14 cancers were detected (cancer detection rate 1.5 per 1,000), most of which were small and early; an additional 1,686 repeat screenings and 98 biopsies were performed. The program effectively detects early cancers in an asymptomatic population, highlighting the need for similar initiatives to improve access to breast cancer screening [1]. Schünemann et al. described the European Commission recommendations for screening and diagnosis of breast cancer in women aged 40 to 75 years who are at average risk, and the importance of screening [2]. Duffy and al. assessed the impact of participation in organized mammography

рак на гърдата [1]. Schünemann et al. описва препоръките на Европейската комисия за скрининг и диагностика на рак на гърдата при жени на възраст от 40 до 75 години, които са изложени на среден риск, както и важноста на скрининга [2]. Duffy et al. оценява влиянието на участието в организиран мамографски скрининг върху смъртността от рак на гърдата чрез измерване на честотата на фатален рак на гърдата. Анализирайки данните от 549 091 шведски жени - около 30% от популацията, отговаряща на условията за скрининг - екипът установява, че участниците са имали 41% намаление на риска от смърт от рак на гърдата в рамките на 10 години и 25% намаление на процента на рак на гърдата в напреднал стадии в сравнение с неучастниците. Този значителен спад показва, че мамографският скрининг значително намалява случаите на фатален или рак в напреднал стадии [3]. Canelo-Аубар et al. правят систематичен преглед, оценяващ ползите и вредите от мамографския скрининг в различни възрастови групи, за да информират Европейската комисия за борба за рак на гърдата. Анализирайки данни от 10 рандомизирани клинични проучвания, включващи 616 641 жени на възраст от 38 до 75 години, проучването установи, че мамографията значително намалява смъртността от рак на гърдата при жени на възраст 50-69 (относителен риск 0,77, висока смъртност) и 70-74 (относителен риск 0,77, висока смъртност), с по-малки намаления на смъртността при жени под 50 [4]. Marmot et al. описва как програмите за скрининг на рак на гърдата в Обединеното кралство се провеждат на всеки три години и жени на възраст от 50 до 70 години е желателно да участват. Заключение е, че е необходим дебат и оптимална стратегия за постигане на баланс между ползите и вредите от мамографския скрининг, особено баланс между намаляването на смъртността и свързана с диагностичирането [5]. Hooshmand et al. заключават, че мамографският скрининг изисква внимателен анализ на съотношението полза/риск поради опасения относно излагането на радиация при диагностицирането на рак. Авторите правят заключението, че като цяло, намалението на смъртността, постигнато чрез мамография, превъзхожда свързаните рискове [6]. Насоките за борба с рака от Съвета на Европейския съюз (ЕС) предоставят рамка от стандарти за качество при скрининга и диагностиката на рак на гърдата с цел уеднаквяване на грижите в държавите членки. Допълнителни ресурси при организацията на една програма за скрининг, засягащи осигуряването и контрола на качеството, както и придържането към добри практики, са налични от Европейското дружество по радиология (ESR) [7] и Европейското дружество по образна диагностика на гърдата (EUSOBI) [8].

Скринингът представлява систематично изследване на определена група от здрави хора с цел ранно откриване на заболявания в асимптоматичен стадий, когато лечението типично е най-ефективно. В контекста на мамографията се различават основно два вида скрининг: масов (организиран, популационен) скрининг, при който се обхваща голяма част от целевата популация по на-

screening on breast cancer mortality by measuring the incidence of fatal breast cancer. Analyzing data from 549,091 Swedish women—about 30% of the population eligible for screening—the team found that participants had a 41% reduction in the risk of dying from breast cancer within 10 years and a 25% reduction in the rate of advanced breast cancer compared with nonparticipants. This significant reduction suggests that mammography screening significantly reduces the incidence of fatal or advanced breast cancer [3]. Canelo - Aybar et al. conducted a systematic review assessing the benefits and harms of mammography screening in different age groups to inform the European Commission on Breast Cancer. Analyzing data from 10 randomized clinical trials involving 616,641 women aged 38 to 75 years, the study found that mammography significantly reduced breast cancer mortality in women aged 50–69 (relative risk 0.77, high mortality) and 70–74 (relative risk 0.77, high mortality), with smaller reductions in mortality in women under 50[4]. Marmot et al. describe how breast cancer screening programmes in the UK are conducted every three years and women aged 50 to 70 are encouraged to participate. The conclusion is that debate and an optimal strategy are needed to balance the benefits and harms of mammography screening, particularly the balance between reducing mortality and overdiagnosis [5]. Hooshmand et al. concluded that mammography screening requires careful benefit-risk analysis due to concerns about radiation exposure in cancer diagnosis. The authors concluded that overall, the mortality reduction achieved by mammography outweighs the associated risks [6]. The Council of the European Union (EU) Cancer Control Guidelines provide a framework of quality standards for breast cancer screening and diagnosis with the aim of harmonizing care across Member States. Additional resources on the organization of a screening programme concerning quality assurance and control, as well as adherence to good practice, are available from the European Society of Radiology (ESR)[7] and the European Society of Breast Imaging (EUSOBI)[8].

Screening is a systematic examination of a defined group of healthy individuals with the aim of early detection of diseases in an asymptomatic stage, when treatment is typically most effective. In the context of mammography, there are mainly two types of screening: mass (organized, population-based) screening, which covers a large part of the target population through a national program with standard protocols, quality control, and regular coverage; and opportunistic (unorganized, spontaneous) screening, where individuals or groups undergo mammographic examination on their own initiative or on a doctor's recommendation, without national coverage and systematic control.

Currently, Bulgaria does not have a fully functioning mass or nationwide breast cancer screening program. Instead, limited campaign-based screening examinations

ционална програма със стандартни протоколи, контрол на качеството и регулярен обхват, и опортюнистичен (неорганизиран, спонтанен) скрининг, при който отделни лица или групи се подлагат на мамографско изследване по собствена инициатива или по препоръка на лекар, без национално покритие и системен контрол.

В България към момента липсва напълно функциониращ масов или на национално ниво скрининг за рак на гърдата. На негово място се организират ограничени кампанийни скринингови прегледи на специфични групи, които, въпреки че не са еквивалент на популяционен скрининг, остават важен инструмент за ранно откриване на заболявания. Провеждането им трябва да се основава на одобрена програма от Министерството на здравеопазването, за да се гарантират медицинската обоснованост, качеството и безопасност.

Целта на това изследване е да представи на заинтересованите лица списък с изисквания от страна на Националния център по радиобиология и радиационна защита за съгласуване на програма за мамографски скрининг, с цел стандартизация и оптимизация на процеса на съгласуване, както и да представи дозиметрични резултати от две програми за мамографски скрининг, проведени през 2024 г.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

А. В Република България националният орган, който разглежда и съгласува програмите за мамографски скрининг, е Националният център по радиобиология и радиационна защита (НЦРРЗ) [9]. Стъпките за това включват:

1. Заявление в деловодството на НЦРРЗ в хартиен и електронен вид на елементите на програма за скрининг с мамография. Според нормативните разпоредби в РБ тези елементи са описани детайлно в точки 1-19*, както следва:

1. Заявление в свободен текст за съгласуване на програма за скрининг с мамография, адресирано до директора на НЦРРЗ.
2. Програма за скрининг с мамография, съдържаща следните секции с детайлна информация за*:

Раздел: Обосновка и необходимост за провеждане на програмата за скрининг (чл. 11, ал.1, на Наредба № 2 на МЗ/2018 г.). Насоки при установяване на обосновката за провеждане на програма за скрининг:

1. Ранно откриване на заболяването: Мамографският скрининг позволява диагностициране на рак на гърдата в ранен стадий.
2. Доказана ефективност: Ракът на гърдата е един от малкото видове рак, при които скринингът доказано намалява смъртността.
3. Достъпност и безопасност: Мамографията е сравнително евтин и безопасен метод, който се възприема добре от пациентите.

are organized for specific groups, which, although not equivalent to population-based screening, remain an important tool for early disease detection. Their implementation must be based on a program approved by the Ministry of Health to ensure medical justification, quality, and safety.

The aim of this study is to present to stakeholders a checklist of requirements prepared by the National Centre for Radiobiology and Radiation Protection for the approval of a mammography screening program, with the goal of standardizing and optimizing the approval process, as well as to present dosimetric results from two mammography screening programs conducted in 2024.

MATERIAL AND METHODS

A. In the Republic of Bulgaria, the national body that reviews and coordinates mammography screening programs is the National Center for Radiobiology and Radiation Protection (NCRRP) [9]. Steps I - III, which a mammography screening program goes through, include:

1. Submission to the registry of the NCRRP, in paper and electronic form, of the elements of a screening program with mammography equipment. According to the regulatory provisions in the Republic of Bulgaria, these elements are described in detail in points 1-19 *, as follows:

1. Application for approval of a screening program with mammography equipment addressed to the director of the NCRRP.
2. Mammography screening program containing the following sections providing detailed information about*:

Section: Justification and necessity for conducting the screening program (Art. 11, para. 1, of Ordinance No. 2 of the Ministry of Health/2018). Guidelines for establishing the justification for conducting a screening program:

1. Early detection of the disease: Mammography screening allows for the diagnosis of breast cancer at an early stage.
2. Proven effectiveness: Breast cancer is one of the few cancers where screening has been shown to reduce mortality.
3. Accessibility and safety: Mammography is a relatively inexpensive and safe method that is well accepted by patients.
4. Requirements for successful screening (according

4. Изисквания за успешен скрининг (по СЗО): да обхваща значителна част от рисковата популация (по възраст и пол); да осигурява равен достъп и еднакъв обхват за всички подлежащи на изследването; да се прилага при заболявания с висока заболяемост и смъртност; да е налично ефективно лечение за заболяването в ранните му етапи.
5. Намаляване смъртността: Скринингът е основен инструмент за ограничаване на раковите заболявания в световен мащаб.
6. Социални и икономически ползи: Ранното откриване на рака намалява разходите за лечение.
7. Значимост за България: ракът на гърдата е най-често срещаното онкологично заболяване сред жените в страната; националните програми целят да подобрят здравния статус на населението, включително уязвимите групи.

Раздел: Цели на програмата за скрининг (чл. 11, ал. 1, на Наредба № 2 на МЗ/2018 г.). Насоки при установяване на цели на програмата за скрининг:

1. Подобряване на здравеопазването:
 - Подобряване на профилактиката, диагностиката и лечението на онкологични заболявания;
 - Организиране на скринингови и информационни програми за рак на гърдата;
 - Осигуряване на по-добро здравно обслужване и вторична профилактика;
 - Координация между здравните институции и мобилни лекарски екипи.
2. Преодоляване на негативните тенденции в здравето на различни групи, като етнически малцинства:
 - Ограничаване на заболяемостта от рак на гърдата чрез ранна диагностика и терапия;
 - Намаляване на неработоспособността и преждевременната смъртност;
 - Осигуряване на по-добро качество на живот за пациентите с онкологични заболявания.
3. Осигуряване на равен достъп до здравни услуги:
 - Подобряване достъпа до медицинска помощ за онкоболни от етнически малцинства;
 - Осигуряване на качествена онкологична помощ в селските, планинските, и отдалечените райони.
4. Повишаване на здравната информираност и знания:
 - Информираност относно правата на пациентите и ранното откриване на рак на гърдата;
 - Обучение за значението на ранната диагностика и превенция;

to WHO): to cover a significant portion of the at-risk population (by age and gender); to ensure equal access and equal coverage for all those subject to the examination; to be applied to diseases with high morbidity and mortality; to have effective treatment available for the disease in its early stages.

5. Reducing mortality: Screening is a key tool for reducing cancer worldwide.
6. Social and economic benefits: Early detection of cancer reduces treatment costs.
7. Significance for Bulgaria: breast cancer is the most common cancer among women in the country; national programs aim to improve the health status of the population, including vulnerable groups.

Section: Objectives of the screening program (Art. 11, para. 1, of Ordinance No. 2 of the Ministry of Health/2018). Guidelines for establishing objectives of a screening program:

1. Improving healthcare :
 - Improving the prevention, diagnosis and treatment of oncological diseases.
 - Organizing breast cancer screening and information programs.
 - Providing better healthcare and disease prevention.
 - Coordination between health institutions and mobile medical teams.
2. Overcoming negative trends in the health of different groups, such as ethnic minorities:
 - Limiting breast cancer incidence through early diagnosis and therapy.
 - Reducing disability and premature mortality.
 - Ensuring a better quality of life for patients with cancer.
3. Ensuring equal access to health services:
 - Improving access to medical care for cancer patients from ethnic minorities.
 - Providing quality oncological care in rural, mountainous, and remote areas.
4. Increasing health awareness and knowledge:
 - Awareness about patient rights and early detection of breast cancer.
 - Education about the importance of early diagnosis and prevention.

- Популяризиране на активен подход към здравето и профилактиката на онкологичните заболявания.

Раздел: Очаквани ползи от програмата за скрининг (социални, икономически, демографски, международни, и др.) (чл. 11, ал. 1 на Наредба № 2 на МЗ/2018 г.). Насоки относно очакваните ползи при провеждане на една програма за скрининг:

1. Социални ползи:

- Ранно откриване на рак на млечната жлеза, което увеличава шансовете за успешно лечение;
- Намаляване на заболяемостта от рак на гърдата сред жените в различна възраст;
- Намаляване на броя на хората с трайно намалена работоспособност;
- Повишаване на качеството на живот на пациентите чрез своевременно лечение;
- Осигуряване на равен достъп до специализирана онкологична помощ, включително за уязвими групи и малцинства;
- Повишаване на информираността на населението относно значението на профилактиката и ранната диагностика.

2. Финансови ползи:

- Намаляване на разходите за лечение на напреднали стадии на рака, които са значително по-скъпи;
- Спестяване на средства от бюджета чрез инвестиции в профилактика, които са по-ефективни от лечението;
- Намаляване на загубите за икономиката, свързани с намалена работоспособност и болнични отсъствия;
- Осигуряване на по-голям обхват на скрининга с ограничени ресурси.

Демографски ползи:

- Увеличаване на броя на трудоспособното население чрез предотвратяване на преждевременна смъртност;
- Подобряване на здравния статус на жените, което допринася за стабилността на семействата и обществото;
- Удължаване на средната продължителност на живота чрез ранна диагностика и лечение.

3. Здравни ползи:

- Редуциране на смъртността от рак на гърдата;
- Повишаване на здравната култура на населението чрез образователни кампании.

4. Икономически ползи:

- Подкрепа за икономическата стабилност чрез намаляване на разходите за социални помощи и пенсии за инвалидност;
- Повишаване на продуктивността на населението чрез запазване на здравето на работната сила.

- Promoting an active approach to health and the prevention of cancer.

Section: Expected benefits of the screening program (social, economic, demographic, international, etc.) (Art. 11, para. 1 of Ordinance No. 2 of the Ministry of Health/2018). Guidelines on the expected benefits of conducting a screening program:

1. Social benefits:

- Early detection of breast cancer, which increases the chances of successful treatment.
- Reducing breast cancer incidence among women of different ages.
- Reducing the number of people with permanently reduced working capacity.
- Improving the quality of life of patients through timely treatment.
- Ensuring equal access to specialized oncology care, including vulnerable groups and minorities.
- Raising awareness among the population about the importance of prevention and early diagnosis.

2. Financial benefits:

- Reducing the cost of treating cancer in advanced stages, which are significantly more expensive.
- Saving budget funds through investments in prevention, which is more effective than treatment.
- Reducing losses to the economy related to reduced work capacity and sick leave.
- Ensuring greater coverage of screening with limited resources.

Demographic benefits:

- Increasing the number of working-age population by preventing premature mortality.
- Improving the health status of women, which contributes to the stability of families and society.
- Extending life expectancy through early diagnosis and treatment.

3. Health benefits:

- Reducing breast cancer mortality.
- Increasing the health culture of the population through educational campaigns.

4. Economic benefits:

- Supporting economic stability by reducing spending on social benefits and disability pensions.
- Increasing the productivity of the population by preserving the health of the workforce.

5. Международни ползи:

- Повишаване на възможностите за участие в международни здравни програми и инициативи за финансиране;
- Подобряване на имиджа на страната чрез демонстриране на ангажимент към общественото здраве.

6. Обществени ползи:

- Укрепване на доверието в здравната система чрез достъпни и ефективни програми;
- Подобряване на обществената солидарност и грижа за уязвимите групи;
- Насърчаване на активното отношение към здравето и профилактиката.

Раздел: Потенциални рискове, свързани с програмата за скрининг (чл. 11, ал. 1 на Наредба № 2 на МЗ/2018 г.). Насоки относно потенциалните рискове:

1. Организационни проблеми – недостатъчно планиране на маршрути и графици за провеждане на скрининговата програмта, трудности при създаване на ефективна комуникация с местните власти и здравни институции.
2. Недостиг на финансови средства – липса на достатъчно финансиране за провеждане/довеждане до завършек на програмата за скрининг.
3. Метеорологични проблеми – неблагоприятни климатични условия като дъжд, сняг, или силни ветрове, които затрудняват достъпа до отдалечени райони или забавят провеждането на програмата за скрининг.
4. Технически проблеми – повреди в оборудването или липса на резервни части.
5. Липса на информираност сред населението – недостатъчна информация за предстоящите скринингови прегледи, което може да доведе до ниска посещаемост.
6. Културни и социални бариери – страх, стигма или недоверие към медицинските процедури в определени общности.

Раздел: Организация на програмата за скрининг в детайли, стъпка по стъпка (чл. 11, ал. 2, т. 2 на Наредба № 2 на МЗ/2018г.), включително и изискванията посочени в чл. 15 и чл. 16 Наредба № 8 на МЗ/2016.

Раздел: Честота на провеждане на програмата за скрининг и подбор на пациентите в програмата за скрининг (чл. 11, ал. 2, т. 1 на Наредба № 2 на МЗ/2018 г.).

Раздел: Финансово осигуряване на програмата за скрининг (чл. 11, ал. 2, т. 2 на Наредба № 2 на МЗ/2018 г.).

Раздел: Списък на лицата, участващи в екипа провеждащ програмата за скрининг (ръководител на програмата, лекар, рентгенолог, рентгенов лаборант, медицински физик, и др.) (чл. 11, ал. 2, т. 4 на Наредба № 2 на МЗ/2018 г.).

5. International benefits:

- Increasing the opportunities for participation in international health programs and funding initiatives.
- Improving the country's image by demonstrating a commitment to public health.

6. Public benefits:

- Strengthening trust in the healthcare system through accessible and effective programs.
- Improving public solidarity and care for vulnerable groups.
- Promoting a proactive attitude towards health and prevention.

Section: Potential risks related to the screening program (Art. 11, para. 1 of Ordinance No. 2 of the Ministry of Health/2018). Guidelines on potential risks:

1. Organizational problems – Insufficient planning of routes and schedules for conducting the screening program, difficulties in establishing effective communication with local authorities and health institutions.
2. Lack of financial resources – Lack of sufficient funding to conduct/complete the screening program.
3. Weather issues – Adverse weather conditions such as rain, snow, or strong winds that make it difficult to access remote areas or delay the screening program.
4. Technical problems – Equipment damage or lack of spare parts.
5. Lack of awareness among the population – Insufficient information about upcoming screening examinations, which can lead to low attendance.
6. Cultural and social barriers – Fear, stigma, or distrust of medical procedures in certain communities.

Section: Organization of the screening program in detail, step by step (Art. 11, para. 2, item 2 of Ordinance No. 2 of the Ministry of Health/2018), including the requirements specified in Art. 15 and Art. 16 of Ordinance No. 8 of the Ministry of Health/2016 .

Section: Frequency of conducting the screening program and selection of patients in the screening program (Art. 11, para. 2, item 1 of Ordinance No. 2 of the Ministry of Health/2018).

Section: Financial provision of the screening program (Art. 11, para. 2, item 2 of Ordinance No. 2 of the Ministry of Health/2018).

Section: List team members conducting the screening program (program manager, physician, radiologist, X-ray laboratory technician, medical physicist, etc.) (Art. 11, para. 2, item 4 of Ordinance No. 2 of the Ministry of Health/2018) .

Раздел: Описание на изискванията към всеки член на екипа, провеждащ програмата за скрининг (чл. 11, ал. 2, т.3 на Наредба № 2 на МЗ/2018 г.). Основни членове на екипа, провеждащ една програма за скрининг, включва: ръководител на програмата, лекар, лаборант, медицински физик, медицински физик експерт.

3. Документ, в цифров или хартиен вид, съдържащ описание и техническа характеристика на рентгеновата апаратура, която ще бъде използвана в програмата за скрининг (чл. 11, ал. 2, т. 3 и чл. 33, ал. 1 на Наредба № 2 на МЗ/2018 г.).

4. В случай, че се извършва скрининг с монтирана в превозно средство уредба (монтирана не от производителя на уредбата), се прилагат документи, удостоверяващи спазване на условията, посочени в чл. 21 на Наредба № 13 от 16.12.2016 г. за осигуряване на радиационна защита при работа с рентгенови уредби за медицински цели.

5. Писмена оценка на очакваната доза и риск, изготвена от медицински физик експерт (чл. 11, ал.2, т. 1 на Наредба № 2 на МЗ/2018 г.).

6. Професионална квалификация за извършване на маммографски изследвания на лицата, участващи в програмата за скрининг (чл. 11, ал. 2, т. 4 и чл. 11, ал. 6 на Наредба № 2 на МЗ/2018 г.).

7. Удостоверение за правоспособност на лицата, участващи в програмата за скрининг.

8. Наличие на фантом за качеството на образа при уредбите за маммография (чл. 31, ал. 11 на Наредба № 2 на МЗ/2018 г.).

9. Протокол от Приемно изпитване (чл. 35 и чл. 39 на Наредба № 2 на МЗ/2018 г.).

10. Протокол от Пусковото изпитване (чл. 42 на Наредба № 2 на МЗ/2018 г.).

11. Договор за осигуряване на контрол на качеството (чл. 42 на Наредба № 2 на МЗ/2018 г.).

12. Съдържание на програма за осигуряване контрол на качеството (чл. 42 на Наредба № 2 на МЗ/2018г.).

13. Протокол от последния пълен годишен контрол на качеството, включително информация за използваното калибрирано средство за измерване на дозата на пациента при облъчване, както и протокол от неговото калибриране (чл. 31, ал. 7 и чл. 34, ал. 1, т.4 на Наредба № 2 на МЗ/2018 г.).

14. Договор за осигуряване на програма за сервизно обслужване (чл. 34, ал. 2 и чл. 3 на Наредба № 2 на МЗ/2018 г.).

15. Съдържание на програма за сервизно обслужване (чл. 34, ал. 2 и чл. 3 на Наредба №2 на МЗ/2018 г.).

16. Договор за извършване на контрол на професионалното облъчване (Договор за индивидуален дозиметричен контрол).

Section: Description of the requirements for each member of the team conducting the screening program (Art. 11, para. 2, item 3 of Ordinance No. 2 of the Ministry of Health/2018). The main members of the team conducting a screening program include: program manager, physician, laboratory technician, medical physicist, medical physicist expert.

3. A document, in digital or hard copy format, containing a description and technical specifications of the X-ray equipment that will be used in the screening program. (Article 11, paragraph 2, item 3 and Article 33, paragraph 1 of Ordinance No. 2 of the Ministry of Health/2018). Manufacturers often provide this characteristic on their website or in the User Manual.

4. In case screening is performed with a system installed on a vehicle, post leaving the manufacturer, documents certifying compliance with the conditions specified in Article 21 of Ordinance No. 13 of 16.12.2016 on ensuring radiation protection when working with X-ray systems for medical purposes shall be attached.

5. Written assessment of the expected dose and risk prepared by a medical physicist expert (Art. 11, para. 2, item 1 of Ordinance No. 2 of the Ministry of Health/2018).

6. Proof of professional qualification for conducting mammographic examinations for the personnel involved in the screening program. (Art. 11, para. 2, item 4 and Art. 11, para. 6 of Ordinance No. 2 of the Ministry of Health/2018).

7. Certificate of legal capacity of all team members to work with sources of ionizing radiation.

8. Presence of a phantom for image quality in mammography systems (Art. 31, para. 11 of Ordinance No. 2 of the Ministry of Health/2018).

9. Acceptance Test report (Art. 35 and Art. 39 of Ordinance No. 2 of the Ministry of Health/2018).

10. Commissioning Test Report (Art. 42 of Ordinance No. 2 of the Ministry of Health/2018).

11. Contract for the provision of performing quality control (Art. 42 of Ordinance No. 2 of the Ministry of Health/2018).

12. Content of a quality control program (Art. 42 of Ordinance No. 2 of the Ministry of Health/2018).

13. Protocol from the most recent full annual quality control inspection, including information about the calibrated instrument used to measure the patient dose during exposure, as well as the calibration certificate for that instrument. (Art. 31, para. 7 and Art. 34, para. 1, item 4 of Ordinance No. 2 of the Ministry of Health/2018).

14. Contract for providing a service program (Art. 34, para. 2 and Art. 3 of Ordinance No. 2 of the Ministry of Health/2018).

15. Content of a service program (Art. 34, para. 2 and Art. 3 of Ordinance No. 2 of the Ministry of Health/2018).

16. Contract for occupational exposure control (Contract for individual dosimetric control).

17. Копие от лицензията от Агенцията за ядрено регулиране (АЯР).

18. В случай, че ще се използва мобилна маммографската уредба, например монтирана на превозно средство, е необходимо здравно заключение за съгласуване на площта за разполагане на обект с източник на йонизиращи лъчения от Регионална здравна инспекция.

19. Заплатена такса.

** Възможно е НЦРРЗ да поиска допълнителни материали, базирани на конкретното заявление за съгласуване.*

II. След като всички необходими елементи на програмата за скрининг, описани в Стъпка I, постъпят в НЦРРЗ, те се разглеждат и се издава официално заключение:

1. Заключение за съгласуване – всички необходими елементи са налични, програмата за скрининг отговаря на съществуващите нормативни наредби в Република България и се съгласува.

2. Заключение за съгласуване – програмата за скрининг отговаря частично на съществуващите нормативни наредби в Република България, но има липсващи елементи. Програмата за скрининг може да стартира само, когато тези липсващи елементи бъдат изпълнени и предоставени на НЦРРЗ.

3. Заключение за липсващи елементи – програмата за скрининг отговаря частично на съществуващите нормативни наредби в Република България, но необходими за съгласуване елементи липсват. Липсващите елементи е необходимо да бъдат предоставени в НЦРРЗ в упоменатият в заключението срок. Следва разглеждане на цялостната документация и издаване на ново заключение.

4. Заключение за несъгласуване – програмата за скрининг не отговаря на съществуващите нормативни наредби в Република България и не може да се съгласува.

III. При получаване на Заключение за съгласуване от НЦРРЗ лечебното заведение стартира програмата за скрининг. По време на провеждането ѝ лечебното заведение попълва електронен или хартиен дневник, съдържащ данни за: основните технически параметри на скрининговия протокол, номер на пациент и кой скринингов протокол е използван (при повече от един протокол), пол и възраст на пациента, падаща въздушна керма, средна жлезиеста доза, брой и вид проекции, дебелина на компресираната гърда. (чл. 11, ал. 2, т. на Наредба № 2 на МЗ/2018 г.). Периодично или при приключване на програмата за скрининг, копие от този дневник се изпраща в хартиен или електронен вид на лаборатория РЗМО към НЦРРЗ.

При първоначално проявен интерес за провеждане на програма за скрининг с маммографска уредба, изискваните елементи (параграф I, 1-19) се предоставят на лечебното заведение във формата на списък с изисквания. Медицинските физици от лаборатория РЗМО към НЦРРЗ оказват съдействие на лечебните заведения, желаещи да проведат скрининг. След въвеждане на тази практика от НЦРРЗ процесът на разглеждане на програма за скри-

17. Copy of the license from the Nuclear Regulatory Agency.

18. In the case that a mobile mammography unit will be used, for example mounted on a vehicle, Regional Health Inspectorate approval of the site where the unit will be located is required.

19. Application Fee invoice.

** The NCRRP may request additional documents based on the specific application submitted for approval.*

II. Once all the necessary elements of a screening program, described in Step I, are submitted to the NCRRP, they are reviewed and a formal decision in form of a conclusion is made:

1. Conclusion for approval – all necessary elements are available, the screening program complies with existing regulations in the Republic of Bulgaria and is approved.

2. Conclusion for approval – the screening program partially complies with the existing regulatory regulations in the Republic of Bulgaria, but there are missing elements. The screening program can only start when these missing elements are implemented and submitted to the NCRRP.

3. Conclusion - missing elements – the screening program partially complies with the existing regulatory regulations in the Republic of Bulgaria, but elements necessary for the approval are missing. The missing elements must be provided to the NCRRP within the deadline specified in the conclusion. The entire documentation will be reviewed and a new conclusion issued.

4. Conclusion of non-compliance – the screening program does not comply with the existing regulations in the Republic of Bulgaria and cannot be approved.

III. Upon receiving Conclusion of approval from the NCRRP, the healthcare facility initiates the screening program. During its implementation, the facility maintains an electronic or paper logbook containing data on: the main technical parameters of the screening protocol, patient number and which screening protocol was used (if more than one protocol is applied), the patient's sex and age, entrance air kerma, mean glandular dose, number and type of projections, and the thickness of the compressed breast (in accordance with Art. 11, para. 2 Ordinance No. 2 of the Ministry of Health/2018). Periodically or upon completion of the screening program, a copy of this logbook shall be sent, in paper or electronic form, to the RZMO laboratory at the NCRRP.

When a healthcare facility initially expresses interest in implementing a mammography screening program, the required elements (Section I, items 1–19) are provided in the form of a comprehensive checklist. Medical physicists from the RZMO Laboratory at the NCRRP offer technical and methodological support to facilities intending to conduct screening activities. Since the introduction of this standardized approach by the NCRRP, the review process for screening programs has been streamlined, significantly accelerating the approval procedure and

нинг се унифицира, което ускори процеса на съгласуване и го скъси до около 2-3 седмици (при условие, че всички изисквани елементи, описани по-горе, са предоставени на НЦРРЗ).

Б. След успешното въвеждане на списък със стъпки за успешно съгласуване на програма за кампания за мамографски скрининг в настоящата работа представяме анализ на данните, предадени в НЦРРЗ след приключване на две такива кампании и включили общо 290 жени, преминали краниално-каудална мамография с автоматичен контрол на експозицията. Проверено е дали средната стойност може да се използва като типична доза (ТД). Типичната доза е средната стойност на дозата, която обичайно се прилага при даден вид рентгеново изследване за конкретна група пациенти при стандартни условия на работа.

НЦРРЗ има поддържаща и административна роля в процеса на съгласуване и проследяване на програмите за мамографски скрининг, като осигурява нормативна рамка, списък с изисквания и методическа/практическа помощ за лечебните заведения. Въпреки това тази роля не замества необходимостта от прякото участие на медицински физик експерт, който е ключов член на екипа по скрининга. Присъствието на медицински физик гарантира правилната оценка на дозите, качествения контрол на апаратурата и спазването на принципа за минимизиране на облъчването съгласно международните стандарти.

РЕЗУЛТАТИ

Таблица 1 съдържа анализ на данните на общо 290 жени, участвали в две кампании за мамографски скрининг през 2024 г.

Таблица 1. Анализ на дозиметрични величини от 290 пациенти, включени в две кратко-срочни скринингови кампании, проведени в България през 2024 г.

	Средна жлезиста доза [mGy]			КЕРМА [mGy]		
	Голяма гърда (31-32 kV, Mo-Mo филтър-мишена) Large breast (31-32 kV, Mo-Rh filter-target)	Средно голяма гърда (28-30 kV Mo-Mo филтър-мишена) Mid-sized breast (28-30 kV Mo-Mo filter-target)	Малка гърда (26-27 kV, Mo-Mo филтър-мишена) Small breast (26-27 kV, Mo-Mo filter-target)	Голяма гърда (31-32 kV, Mo-Mo филтър-мишена) Large breast (31-32 kV, Mo-Rh filter-target)	Средно голяма гърда (28-30 kV Mo-Mo филтър-мишена) Mid-sized breast (28-30 kV Mo-Mo filter-target)	Малка гърда (26-27 kV, Mo-Mo филтър-мишена) Small breast (26-27 kV, Mo-Mo filter-target)
Минимална стойност Minimum	0.34	0.36	0.42	2.53	2.21	2.12
Максимална стойност Maximum	1.23	2.54	1.06	8.41	16.94	5.60

reducing its duration to approximately two to three weeks, provided that all required documentation is submitted in full.

B. Following the successful implementation of this step-by-step checklist for the efficient approval of mammography screening campaigns, the present paper reports an analysis of data submitted to the NCRRP upon completion of two such campaigns. These campaigns involved a total of 290 women who underwent mammography screening. The analysis assessed whether the mean value or the third quartile of the measured doses could serve as TD. A typical dose is defined as the average dose usually delivered during a given type of X-ray examination for a defined patient group under standard operating conditions.

The NCRRP plays a supportive and administrative role in coordinating and overseeing mammography screening programs by providing a clear regulatory framework, a checklist of requirements, and ongoing methodological and practical assistance to healthcare providers. However, this role does not eliminate the need for the direct involvement of a qualified medical physics expert, who remains a critical member of the screening team. The presence of a medical physicist ensures accurate dose assessment, rigorous equipment quality control, and adherence to the principle of dose optimization in line with international standards.

RESULTS

Table 1 presents an analysis of data from a total of 290 women who participated in two mammography screening campaigns conducted in 2024.

Table 1. Analysis of dosimetric values from 290 patients included in two short-term screening campaigns conducted in Bulgaria in 2024

Средна стойност (ТД) Mean (TDs)	0.82	1.12	0.67	6.09	7.66	3.45
75 %	0.96	1.36	0.72	6.78	1.36	3.62
50 %	0.79	0.99	0.646	6.31	6.76	3.420
25 %	0.71	0.83	0.61	5.61	5.14	3.19
Стандартно отклонение St. Deviation	0.16	0.43	0.13	1.04	3.10	0.71

Предложени като типични дози (ТД) са средните стойности.

Данните показват ясно изразени вариации в дозите в зависимост от размера на гърдата и приложените технически параметри. За големи гърди средната жлезиста доза (СЖД) е 0.82 mGy (стандартно отклонение: 0.16 mGy), с минимална стойност 0.34 mGy и максимална 1.23 mGy. При групата със среден размер гърди средната доза е по-висока – 1.12 mGy (стандартно отклонение: 0.43 mGy) и достига до 2.54 mGy, докато при малки гърди средната стойност е най-ниска – 0.67 mGy (стандартно отклонение: 0.13 mGy). Тези стойности отразяват очакваната зависимост между дебелината на компресираната гърда, комбинацията мишена-филтър и получената жлезиста доза, като 75-тият перцентил, приложим като ЛРДН, варира от 0.72 mGy (малки гърди) до 1.36 mGy (среден размер), което е в съответствие с международните препоръки [10].

По отношение на въздушната керма, която характеризира дозата на входящото облъчване на гърдата, също се наблюдават отчетливи зависимости. При големи гърди средната керма е 6.09 mGy (СТАНДАРТНО ОТКЛОНЕНИЕ: 1.04 mGy), в граници от 1.06 до 8.41 mGy. Групата със средни гърди показва по-високи стойности – средно 7.66 mGy (СТАНДАРТНО ОТКЛОНЕНИЕ: 3.10 mGy) и максимум до 16.94 mGy, което отразява по-честото използване на по-високи експонационни параметри за постигане на адекватно качество на образа. При малките гърди средната керма е най-ниска – 3.45 mGy (СТАНДАРТНО ОТКЛОНЕНИЕ: 0.71 mGy). Интерквартилният диапазон показва сравнително малко разсейване при малките гърди, но значително по-широки отклонения за средните гърди, което подчертава нуждата от по-строга стандартизация на техниката в тази група [11].

The mean values are proposed as typical doses (TD).

The results show clear dose variations depending on breast size and the technical parameters applied. For women with larger breasts, the mean glandular dose (MGD) was 0.82 mGy (standard deviation: 0.16 mGy), with a minimum of 0.34 mGy and a maximum of 1.23 mGy. In the medium-sized breast group, the mean dose was higher at 1.12 mGy (standard deviation: 0.43 mGy) and reached up to 2.54 mGy, while for small breasts the mean value was the lowest at 0.67 mGy (standard deviation: 0.13 mGy). These findings reflect the expected relationship between compressed breast thickness, the target/filter combination used, and the resulting glandular dose. The 75th percentile, which potentially can be used as a local diagnostic reference level (LDRL), ranged from 0.72 mGy (small breasts) to 1.36 mGy (medium-sized breasts), which is in line with European recommendations [10].

Regarding the air kerma, which indicates the incident radiation dose at the breast surface, clear patterns were also observed. For large breasts, the mean air kerma was 6.09 mGy (SD: 1.04 mGy), with values ranging from 1.06 to 8.41 mGy. The medium-sized group showed higher exposure levels, with a mean of 7.66 mGy (SD: 3.10 mGy) and a maximum value of 16.94 mGy, reflecting the more frequent use of higher exposure settings to achieve adequate image quality. In contrast, the small breast group had the lowest mean air kerma at 3.45 mGy (SD: 0.71 mGy). The interquartile range indicates relatively low variability for small breasts but a noticeably broader spread for medium-sized breasts, highlighting the need for stricter standardization of technique in this group [11].

ОБСЪЖДАНЕ

Въвеждането на структуриран списък с изисквания на НЦРРЗ значително улеснява процеса по съгласуване на програми за маммографски скрининг и намалява административното време за одобрение до 2–4 седмици. Тази практика не само оптимизира координацията между контролния орган и лечебните заведения, но и позволява по-бързо стартиране на скринингови дейности. По този начин се пестят ресурсите на здравната система, като същевременно се гарантира по-висок обхват и по-добри здравни резултати за пациентите, включително навременно откриване и лечение на ранен рак на гърдата.

Настоящото изследване също така потвърждава, че средните жлезисти дози при маммографския скрининг в изследваната група са в границите, препоръчани от Европейските ръководства за качество. Средните стойности от 0.67 mGy до 1.12 mGy са съпоставими с публикуваните типични диагностични стойности за различни групи по дебелина на гърдата. Все пак по-високата вариация при групата със среден размер гърди (стандартно отклонение: 0.43 mGy) подсказва, че има място за допълнителна стандартизация на експонационните параметри и настройките на апаратурата, за да се намалят ненужните отклонения между отделните пациенти. Ключово наблюдение е, че при въздушната керма най-високите максимални стойности (16.94 mGy) са установени също при средния размер гърди. Това вероятно отразява разнообразието в техниката и избора на анодно-филтърна комбинация при различните апарати и оператори. Тъй като въздушната керма е индикатор за входящото облъчване, прекалено високите стойности при част от случаите могат да доведат до излишно натоварване без значителен принос за качеството на образа. Подобни открития съвпадат с други европейски проучвания, които препоръчват редовни клинични одити и провеждане на контрол на качеството, както и обучение на лицата, провеждащи маммографските изследвания за постигане на максимално съотношение полза-риск [10,11].

Съпоставянето на 50-ия и 75-ия перцентил потвърждава, че техните стойности са в съответствие с европейските указания за маммографски скрининг и могат да послужат за база за типични дози при маммографски изследвания. Например за стандартно маммографско изследване в Европа типичната СЖД варира в диапазон от 1.0 до 2.5 mGy за една проекция [10]. В допълнение, Европейските ръководства препоръчват за локалните диагностични референтни нива (ЛДРН) на маммография стойност около 2.0 до 3.0 mGy за стандартна компресия на гърдата от 50–60 mm [11]. В нашия случай измерената медиана на средната жлезиста доза за големи гърди е 0.79 mGy, а за среден размер гърди достига 0.99 mGy, което е значително под горната граница на европейския диапазон за типична доза. Съответно 75-ият перцентил в нашата извадка е между 0.72 mGy (малки гърди) и 1.36 mGy (среден размер гърди), под препоръчаните европейски ориентири за ЛДРН за стандартна компресия на гърда. Това потвърждава, че скрининговата практика е оптимизирана дозово.

DISCUSSION

The introduction of a structured checklist of requirements by the NCRRP has significantly facilitated the approval process for mammography screening programs, reducing the administrative approval time to approximately 2–4 weeks. This practice not only optimizes coordination between the regulatory authority and healthcare facilities but also enables a faster initiation of screening activities. As a result, healthcare system resources are used more efficiently while ensuring broader coverage and improved health outcomes for patients, including the timely detection and treatment of early-stage breast cancer.

The present study also confirms that the mean glandular doses measured within the screened cohort fall within the ranges recommended by European quality guidelines. The mean values, ranging from 0.67 mGy to 1.12 mGy, are comparable with published typical diagnostic dose values for various compressed breast thickness categories. However, the greater variability observed in the medium breast size group (standard deviation: 0.43 mGy) suggests that further standardization of exposure parameters and equipment settings may help reduce unnecessary variations between patients. A key observation is that the highest maximum entrance air kerma values (16.94 mGy) were also recorded for the medium-sized breast group. This likely reflects differences in technique and the choice of target/filter combinations among different units and operators. Since air kerma is an indicator of the entrance exposure, excessively high values in certain cases may result in unnecessary radiation burden without significant benefit for image quality. Similar findings align with other European studies, which recommend regular clinical audits, robust quality control, and continued training for personnel performing mammography to ensure an optimal benefit–risk ratio [10,11].

Comparison of the 50th and 75th percentiles confirms that the calculated values comply with European recommendations for mammography screening and can serve as a basis for establishing typical doses. For instance, the typical MGD for a standard mammographic examination in Europe generally ranges from 1.0 to 2.5 mGy per projection [10]. Additionally, European guidelines suggest an LDRL for mammography of approximately 2.0 to 3.0 mGy for standard compressed breast thicknesses of 50–60 mm [11]. In our case, the measured median MGD for large breasts was 0.79 mGy, while for medium-sized breasts it reached 0.99 mGy, both well below the lower end of the typical European range. Accordingly, the 75th percentile in our dataset ranged from 0.72 mGy (small breasts) to 1.36 mGy (medium-sized breasts), indicating a value is lower than the local diagnostic reference levels per the recommended European thresholds for standard compression. These findings confirm that the screening practice is well optimized in terms of radiation dose.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Процедурното уеднавяване и структурираният подход при одобряване на програми за мамографски скрининг са важна стъпка към устойчиво и достъпно ранно откриване на рак на гърдата в България. Този модел демонстрира как административната ефективност и ясните стандарти допринасят за по-добра здравна политика и контрол на качеството. Постоянното развитие на практиките гарантира повишаване на доверието и постигане на съвременни стандарти в превенцията на рак на гърдата.

КНИГОПИС/REFERENCES

1. Spak, D. A., Foxhall, L., Rieber, A., Hess, K., Helvie, M., & Whitman, G. J. (2022). Retrospective Review of a Mobile Mammography Screening Program in an Underserved Population within a Large Metropolitan Area. *Academic Radiology*, 29, S173–S179.
2. Schünemann, H. J., Lerda, D., Quinn, C., et al. (2020) European Commission Initiative on Breast Cancer (ECIBC) Contributor Group. Breast Cancer Screening and Diagnosis: A Synopsis of the European Breast Guidelines. *Annals of internal medicine*, 172(1), 46–56.
3. Duffy, S. W., Tabár, L., Yen, A. M., et al. (2020). Mammography screening reduces rates of advanced and fatal breast cancers: Results in 549,091 women. *Cancer*, 126(13), 2971–2979.
4. Canelo-Aybar, C., Ferreira, D. S., Ballesteros, M., et al. (2021). Benefits and harms of breast cancer mammography screening for women at average risk of breast cancer: A systematic review for the European Commission Initiative on Breast Cancer. *Journal of medical screening*, 28(4), 389–404.
5. Marmot, M. G., Altman, D. G., Cameron, D. A., Dewar, J. A., Thompson, S. G., & Wilcox, M. (2013). The benefits and harms of breast cancer screening: an independent review. *British journal of cancer*, 108(11), 2205–2240.

Адрес за кореспонденция:

Д-р Георги Георгиев (кореспондиращ автор)
Национален център по радиобиология
и радиационна защита
Лаборатория РЗМО
ул. „Св. Георги Софийски“ № 3, гр. София 1606, България
телефон: 878-467-483
ел. адрес: g.georgiev@ncrrp.org

CONCLUSIONS

The procedural standardization and structured approach to approving mammography screening programs represent an important step towards sustainable and accessible early detection of breast cancer in Bulgaria. This model demonstrates how administrative efficiency and clear standards contribute to better health policy and quality control. The continuous development of these practices helps build trust and ensures alignment with modern standards in breast cancer prevention.

6. Hooshmand S., Reed W.M., Suleiman M.E., & Brennan P.C. (2022). A review of screening mammography: The benefits and radiation risks put into perspective. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, 53(1):147-158.
7. <https://www.myesr.org/>
8. <https://www.eusobi.org/>
9. Наредба № 2. чл. 10 и чл. 11 /5.Февруари. 2018 г., За условията и реда за осигуряване защита на лицата при медицинско облъчване
10. European Commission (2006). European guidelines for quality assurance in breast cancer screening and diagnosis – Fourth edition. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/3d72736f-ecd6-4f9d-8b25-b03f3dc0c4c3>
11. International Atomic Energy Agency (IAEA) (2007). Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of Practice. Technical Reports Series No. 457. Vienna: IAEA. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/trs457_web.pdf

Address for correspondence:

Gueorgui Gueorguiev, PhD
National Center for Radiobiology
and Radiation Protection
RPME Laboratory
3 St. Georgi Sofiyski Street, Sofia 1606, Bulgaria
phone: 878-467-483
e-mail: g.georgiev@ncrrp.org

СЛУЧАИ НА ОЦЕНКА НА РИСКА ОТ ЛАЗЕРНО ЛЪЧЕНИЕ В СЪОТВЕТСТВИЕ С ИЗИСКВАНИЯТА НА ЕВРОПЕЙСКОТО ЗАКОНОДАТЕЛСТВО – ТРУДНОСТИ ПРИ ПРИЛАГАНЕТО МУ

Михаела Иванова¹, Мишел Израел^{1,2},
Цветелина Шаламанова¹, Виктория Зарябова¹

¹Национален център по общественото здраве и анализи

²Медицински университет - Плевен

РЕЗЮМЕ

Въведение: Лазерите имат многобройни и значими приложения в различни области на съвременния живот - медицина, обработка на материали, четене и съхранение на данни, измерване на разстояние и много други. Тяхната употреба е свързана с рискове за здравето, които в зависимост от условията на употреба, времето на експозиция или околната среда, могат да доведат или не до неблагоприятни ефекти върху здравето. Оценката на експозицията на лазерно лъчение се извършва чрез изчисление и класификация въз основа на съответния стандарт на Международната електротехническа комисия (IEC), на базата на техническите характеристики на лазерния източник - така могат да се изберат подходящи контролни мерки за минимизиране на рисковете.

Цел: На базата на реални случаи на оценка на лазерни източници да се установят проблемите при прилагане на законодателството за защита на работещите

Материал и методи: За оценка на лазерите/лазерното лъчение, относно осигуряване на безопасност в работната среда, са приложени следните принципи: Класификация на лазерите по степен на риск; Оценка на специфичните условия на работната среда/условия на излъчване; Обучение/квалификация на персонала по лазерна безопасност.

Резултати и дискусия: Представени са няколко реални случая на оценка на лазерни/лазерни системи в работната среда. Основните установени проблеми са свързани с липсата на информация относно техническите характеристики, работната среда и липсата на специализирано обучение в областта на лазерната безопасност на операторите.

Заключение: Липсата на контрол и адекватни мерки за защита се дължи на пренебрегване на рисковете за здравето и липса на компетентност на службите по трудова медицина и контролните органи в тази област.

Ключови думи: лазерно лъчение, класификация по степен на риск, оценка, обучение, компетентност

CASE STUDIES OF RISK ASSESSMENT OF LASER RADIATION FOLLOWING THE EUROPEAN LEGISLATION – DIFFICULTIES FOR APPLICATION

Mihaela Ivanova¹, Michel Israel^{1,2}, Tsvetelina
Shalamanova¹, Victoria Zaryabova¹

¹National Center of Public Health and Analyses

²Medical University, Pleven

ABSTRACT

Introduction: Lasers have many and essential applications in different areas - medicine, material processing, data reading and storage, distance measurement, and many others. Their use is associated with health risks, which, depending on the conditions of use, exposure time or environment, may or may not lead to adverse health effects. The exposure assessment of lasers is made by calculation and classification on the basis of relevant IEC standard using their technical characteristics. On the basis of classification, appropriate control measures to minimize the risks could be selected.

Aim: Based on real cases of laser source assessment, to identify problems in the implementation of worker protection legislation.

Material and Methods: The following principles have been applied to assess lasers/laser radiation in terms of ensuring safety in the work environment: Risk classification by degree of risk; Assessment of the specific conditions of working environment; Training/qualification of the personnel in laser safety.

Results and discussion: Several real cases of assessment of lasers in working environment are presented. The main problems established are related to the lack of information regarding technical characteristics, the environment and lack of specialized training in the field of laser safety to the operators.

Conclusion: The absence of control and adequate measures are due to neglecting health risks and lack of competence of occupational health services and control bodies in the field of laser safety.

Keywords: laser radiation, risk classification, assessment, training, competence

ВЪВЕДЕНИЕ

Лазерите имат многобройни и значими приложения в различни области на съвременния живот. Те включват медицина (офталмология, дерматология, урология, рефрактивна хирургия, съдова хирургия, физиотерапия, медицинска диагностика, стоматология и др.), козметика (епилация, подмладяване и др.), обработка на материали (рязане, заваряване, лазерно маркиране и др.), четене и съхранение на данни (DVD, компактдискове, лазерни принтери), измерване на разстояние и много други.

Разликите между лазерите и други конвенционални източници на оптично лъчение са свързани със специфичните характеристики на лазерното лъчение: монохроматичност, кохерентност, малка разходимост и незначителна промяна в мощността или енергията на дълги разстояния, възможност за фокусиране на лазерния лъч върху малка площ. Лазерното лъчение има голям потенциал да причини вредни ефекти върху очите и кожата на човека [1,2]. Лазерите с висока мощност/енергия също могат да предствавят риск от пожар.

Историята на лазерната безопасност започва непосредствено след изобретяването на лазера през 1960 г., тъй като ранните изследвания от военни и академични институти показват висок риск за очите и кожата на експонираните. Първият опит за разработване на ръководства по лазерна безопасност е проект за Американски национален стандарт за безопасно приложение на лазери ANSI Z136.1 от 1966 г. Първият в света приет национален стандарт за лазерна безопасност е ANSI Z136.1-1973 [3]. Той въвежда класификация на лазерите по степен на риск, гранични стойности на експозиция и мерки за контрол, като определя и отговорностите на служителя по лазерна безопасност (laser safety officer). Първият международен стандарт за лазерна безопасност е разработен от Международната електротехническа комисия (МЕК) IEC 825 (по-късно се разработва серията IEC 60825).

В настоящия момент в Европа е в сила Директива 2006/25/ЕС на Европейския парламент и на Съвета от 5 април 2006 г. относно минималните изисквания за здраве и безопасност по отношение на експозицията на работниците на рискове, произтичащи от физични агенти (изкуствено оптично лъчение) [4]. Директивата е транспонирана в националното законодателство чрез Наредба № 5/2010 [5]. В нея се посочва, че „работодателят оценява и, ако е необходимо, измерва и/или изчислява нивата на експозиция на оптично лъчение, на които е вероятно работниците да бъдат експонирани“. За лазерното лъчение оценката на експозицията се извършва чрез изчисление/класификация по степен на риск на лазера въз основа на действащия стандарт на МЕК – IEC 60825-1 [5, 6], като се използват техническите характеристики на лазера/системата, предоставени от производителя. За разлика от други физични фактори на работната среда, като шум, вибрации, електромагнитни полета и др., които се разпространяват в голяма част от работното помещение, лазерното лъчение има строго определен път (трасе) на разпространение. Лазерното лъчение от определен източник не променя своите характеристики

INTRODUCTION

Lasers have many and essential applications in different areas. These include medicine (ophthalmology, dermatology, urology, refractive surgery, vascular surgery, physiotherapy, medical diagnostics, surgery, dentistry, etc.), cosmetics (hair removal, rejuvenation), material processing (cutting, welding, laser marking, etc.), data reading and storage (DVD, compact disks, laser printers), distance measurement, and many others.

The differences between lasers and other conventional sources of optical radiation are connected to the specific characteristics of the laser radiation: single wavelength, coherence, low divergence, and negligible change in the power or energy over long distances, possibility to focus the laser beam to a small area. The laser radiation has great potential to cause harmful health effects on eyes and skin [1,2]. High power/energy lasers could represent risk of fire as well.

The history of laser safety begins literally immediately after the invention of the laser in 1960, because the early research from military and academic institutions experiments showed high risk to the eyes and skin. The very first attempt to develop laser safety guidelines is a draft for American National Standard for the Safe Use of Lasers ANSI Z136.1 in 1966. The world's first fully approved national laser safety standard ANSI Z136.1-1973 [3]. It Introduced laser hazard classification, exposure limits (MPE), and safety control measures and defined responsibilities of the Laser Safety Officer (LSO). The first international laser safety standard is developed by the International Electrotechnical Commission (IEC) IEC 825 (later series IEC 60825).

Nowadays, in Europe, the Directive 2006/25/EU of the European Parliament and of the Council of 5 April 2006 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to risks arising from physical agents (artificial optical radiation) [4] is in force. The directive is transposed in the national legislation by Ordinance No.5/2010 [5]. It states that “the employer, shall assess, and, if necessary, measure and/or calculate the levels of exposure to optical radiation to which workers are likely to be exposed”. For laser radiation the exposure assessment is to be made by calculation/laser safety classification on the basis of relevant IEC standard – IEC 60825-1 [5, 6] using technical characteristics provided by manufacturer. Unlike other physical factors of the working environment, such as noise, vibrations, electromagnetic fields, etc., which disseminate in a large part of the working premise, laser radiation has a strictly defined route (path) of propagation. The laser radiation from a certain source does not change its characteristics as wavelength, beam diameter, pulse duration, repetition rate, etc. These characteristics can only be changed by operator intervention. This allows the exposure assessment of the laser radiation to be performed by laser safety classification according to the degree of risk on the basis of the technical characteristics of the laser beam.

като дължина на вълната, диаметър на лъча, продължителност и честота на повторение на импулса и др. Тези характеристики могат да бъдат променени само чрез намеса на оператора. Това позволява оценката на експозицията на лазерното лъчение да се извърши чрез класификация на лазерите по степен на риск въз основа на техническите характеристики на лазерния лъч, а не чрез измерване.

Класификационните схеми за лазери показват потенциалния риск от неблагоприятни ефекти върху здравето. Лазерите могат да бъдат групирани в 8 класа: 1, 1C, 1M, 2, 2M, 3R, 3B, 4. Потенциалът за причиняване на вредни ефекти за здравето нараства с класа на лазера/лазерната система. Въз основа на класификацията могат да бъдат избрани подходящи контролни мерки за минимизиране на рисковете. Тези рискове могат да доведат до неблагоприятни последици за здравето в зависимост от различни фактори като време на експозиция, начин на употреба, условия на околната среда.

ЦЕЛ

На базата на реални случаи на оценка на лазерни източници да се установят проблемите при прилагане на законодателството за защита на работещите

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

За оценка на лазерите/лазерното лъчение, относно осигуряване на безопасността в работната среда, са приложени следните принципи:

1. Познаване на техническите характеристики на лазерната система и класификация на лазера по степен на риск: дължина на вълната, мощност/енергия на лазера, ъглов размер на източника, диаметър на лазерния лъч; разходимост; вид на емисията – импулсна или непрекъсната; продължителност и честота на повторение за импулсни лазери и др.
2. Оценка на специфичните условия на работната среда: оценка на контролирана зона, блокировки, управление с превключватели, наличие на отразяващи повърхности, наличие на подходящи лични предпазни средства (ЛПС), наличие на знаци и табели за безопасност; допълнителни рискове.
3. Обучение/квалификация на персонала по лазерна безопасност – обучението трябва да обхваща поне следните теми: лазерно лъчение, приложения, биологични ефекти, лазерна безопасност, класификация на лазерите по степен на риск, оценка на работната среда и изисквания към личните предпазни средства.

Такива изисквания са определени както в националното законодателство [5], така и в Директива 2006/25/ЕК и Незадължителното ръководство за добри практики за прилагане на Директивата [4, 8].

Неспазването на някой от тези принципи може да доведе до неблагоприятни последици за здравето както на рабо-

The classification schemes for lasers indicate the potential risk of adverse health effects. Lasers can be grouped into 8 classes: 1, 1C, 1M, 2, 2M, 3R, 3B, 4. The potential to cause harmful health effects rises with the class of the laser. On the basis of classification, appropriate control measures to minimize the risks could be selected. These risks may lead to adverse health effect depending on different factors as exposure time, method of use, environmental conditions.

AIM

Based on real cases of laser source assessment, to identify problems in the implementation of worker protection legislation.

MATERIAL AND METHODS

Considering these specifics of lasers/laser radiation for the ensuring of safety in working environment following principles are applied:

1. Knowledge of technical characteristics of laser system and risk classification by degree of risk: wavelength, power/energy of laser, angular subtense, beam diameter; divergence; type of emission – pulsed or CW; time duration and repetition rate for pulsed lasers, etc.
2. Assessment of the specific conditions of working environment: assess to controlled area, interlocks, key control, presence of reflective surfaces, PPEs, labeling; additional hazards.
3. Training/qualification of the personnel in laser safety – training should cover at least the following topics: laser radiation, applications, biological effects, laser safety, laser classification, assessment of the working environment, and requirements to personal protective equipment (PPE).

Such requirements are set as in the national legislation [5] as in the Directive and Non-binding guide to good practice for implementing Directive [4, 8].

The lack of any of these issues could result in adverse health effects both to workers and to patients in medicine and to clients in cosmetics.

тестите с лазерни източници, така и на пациентите в медицината и на клиентите в козметиката. Има случаи, при които е необходимо изчислението на номинално опасно разстояние (NOHD), при което нивото на експозиция намалява до граничната стойност на експозиция за конкретния лазер:

$$NOHD = \frac{\sqrt{\frac{4 \times \text{radiant power}}{\pi \times ELV} - \text{initial diameter}}}{\text{divergence}}$$

където мощността на излъчване е във ватове; началният диаметър на лъча е в метри; разходимостта е в метри, а граничната стойност на експозиция е във W/m².

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

Представени няколко реални случая на оценка на лазери в работна среда. Избраните лазерни системи са класифицирани в клас 4 (лазери с висока мощност), които могат да създадат голям риск за здравето на човека и изискват комплексен подход за защита.

Случай 1. Лазерна система за гравирание: ULS OEM, модел ULR-120 CO₂, Universal Laser Systems Inc.

Класификация на лазера по степен на риск

Системата съдържа CO₂ лазер със следните характеристики:

- Дължина на вълната: 10,6 μm;
- Мощност: ≤ 120 W;
- Поляризация: линейна;
- Диаметър на лъча: 4 ± 1 mm;
- Режим на работа: импулсен и CW;
- За импулсното лъчение:
- Скорост на нарастване на импулса: 120 ± 40 μs.

Въз основа на предоставените от производителя технически характеристики лазерната система е класифицирана в **клас 4 по степен на риск**.

Снимка на лазерната система е представена на фигура 1.

Оценка на специфичните условия на работната среда

По време на огледа на място е установено, че лазерната система е разположена в помещение с друга лазерна система и няма други работни места, които не са свързани с лазерите. В помещението има отразяващи повърхности. Организацията на работния процес предполага едновременно работата на двете лазерни устройства.

Лазерът се използва за гравирание и лъчът е насочен перпендикулярно на повърхността на пода, на ниво h ≈ 1,1 м.

There are cases where a calculation of nominal hazard distance (NOHD) where the level of exposure decreases to exposure limit value for the particular laser necessary:

where the radiant power is in Watts; initial beam diameter is in meters; divergence in meters and exposure limit value in W/m².

RESULTS AND DISCUSSION

Several real cases of assessment of lasers in working environment are presented. The chosen laser systems are classified in class 4 (high power lasers) which have great potential to cause harmful effects and require complex approach for protection.

Case 1. Laser system for engraving: ULS OEM, model ULR-120 CO₂, Universal Laser Systems Inc.,

Laser safety classification

The system contains CO₂ laser with the following characteristics:

- Wavelength: 10,6 μm;
- Power: ≤ 120 W;
- Polarization: linear;
- Beam diameter: 4 ± 1 mm;
- Work regimes: pulse and CW;
- For the pulsed radiation:
- pulse rising rate: 120 ± 40 μs.

On the basis of technical characteristics provided by manufacturer laser system is classified as **class 4 by the degree of risk**.

A photo of laser system is presented on figure 1.

Assessment of the specific conditions of working environment:

During the site inspection, it was found that the laser system is located in a room with another laser system and no other workplaces that are not related to the lasers. There are reflective surfaces in the room. The organization of the work process implies simultaneous operation of the two laser systems.

The laser is used for engraving and the beam is directed

Системата има отворен път на лазерния лъч без екраниране. Липсва звукова и/или светлинна сигнализация по време на излъчване на системата. Няма табели на системата, указващи мястото на излъчване на лазера, а също няма табела за контролирана зона на входа на помещението с лазери. Персоналът не е снабден с ЛПС с необходимата оптична плътност.

Обучение

Операторите нямат сертификати, доказващи специализирано обучение по лазерна безопасност на етапа на оценка на специфичните условия на труд, въпреки че системата вече се използва от дълъг период. Няма здравен надзор, специфичен за работата с лазери.

В резултат на установените факти са направени препоръки към работодателя, за да се гарантира безопасността по време на работа с посочените лазерни системи.

perpendicular to the floor surface, at the level $h \approx 1,1$ m. The system has an open laser beam path without shielding. Sound and/or light signaling is missing during system emission. There are no labels on the system indicating the place of laser emission, and there is no label for controlled area at the entrance to the room with lasers. Personnel is not equipped with PPE with needed optical density.

Training

Operators don't have certificates indicating specialized training in laser safety at the stage of assessment of the specific working conditions nevertheless the system has been already used for long period. There is not health surveillance specific for the work with lasers.

As a result, recommendations to the employer are made in order to ensure safety during operation of the specified laser systems.



Фиг. 1. Случай 1. Лазерна система за гравирание: ULS OEM, model ULR-120 CO₂, Universal Laser Systems Inc.

Fig. 1. Case 1: Laser system for engraving: ULS OEM, model ULR-120 CO₂, Universal Laser Systems Inc.

Случай 2. Лазерна система Slim City 191 с приложение в козметиката (лазерна епилация)

Класификация на лазера по степен на риск

Системата съдържа диоден лазер със следните характеристики:

- дължини на вълните: 755 nm, 810 nm, 1064 nm;
- мощност: 300 W; енергетична доза: 10 - 25 J/cm²;
- продължителност на импулса: 15 ms до 110 ms; честота на повторение на импулсите: от 1 Hz до 10 Hz;
- размер на петното: 15x25 mm.

Въз основа на предоставените от производителя технически характеристики лазерната система е класифицирана в **клас 4 по степен на риск**.

Снимка на лазерната система е представена на фигура 2.

Case 2. Laser system Slim City 191 for cosmetics (hair removal)

Laser safety classification

The system contains diode laser with the following characteristics:

- wavelengths: 755 nm, 810 nm, 1064 nm;
- power: 300 W; radiant exposure: 10 - 25 J/cm²;
- pulse duration: 15 ms до 110 ms; pulse repetition rate: from 1 Hz to 10 Hz;
- spot dimension: 15x25 mm.
- On the basis of technical characteristics provided by manufacturer laser system is classified as **class 4 by the degree of risk**.

A photo of the laser system is presented on figure 2.

Оценка на специфичните условия на работната среда

По време на огледа на място е установено, че лазерната система е разположена в отделно помещение и няма други работни места, които не са свързани с лазерното лъчение. В помещението има отразяващи повърхности, свързани с дизайна на салона за красота.

Лазерът се използва за обезкосмяване и пътят на лазерното лъчение не може да бъде определен - позицията на излъчващата лазер повърхност зависи от процедурата. Това означава възможност за случайно облъчване на хора, които се намират в контролирана зона. Липсва звукова и/или светлинна сигнализация по време на излъчване на системата. На системата е поставена предупредителна табела, указваща изходната апаратура на лазера, но няма табела на входа на помещението. Персоналът е снабден с ЛПС с неясни характеристики, поради липсващата маркировка.

Обучение

Операторите нямат сертификати, показващи специализирано обучение по лазерна безопасност на етапа на оценка на специфичните условия на труд. Доставчикът на лазерното оборудване за козметични процедури твърди, че предоставя сертифицирано обучение, но то се отнася само до извършваната процедура.

В резултат на установените факти са направени препоръки към работодателя, за да се гарантира безопасността по време на работа с посочените лазерни системи.

Assessment of the specific conditions of working environment:

During the site inspection, it was found that the laser system is located in a separate room and there are no other workplaces not related to the laser radiation. There are reflective surfaces in the room linked with the esthetic design of the beauty salon.

The laser is used for hair removal and the path of laser radiation cannot be defined - the position of the laser emitting surface depends on the procedure. It means possibility for occasionally exposure of people that are in controlled area. Sound and/or light signaling is missing during system emission. There is warning label on the system indicating the place of laser emission, but there is no label at the entrance to the room. Personnel is equipped with PPE with unclear characteristics due to the missing marking.

Training

Operators don't have certificates indicating specialized training in laser safety at the stage of assessment of the specific working conditions. The cosmetic procedures provider claimed the existing of certified training but it is only in the field of procedure performed.

As a result, recommendations to the employer are made in order to ensure safety during operation of the specified laser system.



Фиг. 2. Случай 2. Лазерна система Slim City 191 с приложение в козметиката (лазерна епиляция)

Fig. 2. Case 2: Laser system Slim City 191 for cosmetics (hair removal)

Случай 3. Лазерна система за маркиране на опаковки за брашно Focus S25, VideoJet Technologies

Класификация на лазера по степен на риск

Системата съдържа CO₂ лазер със следните характеристики:

- дължина на вълната: 10.6 μm;
- мощност на лазерното лъчение: ≤ 25 W;
- диаметър на лъча: 3.5 mm преди фокусиране;
- непрекъснато и импулсно излъчване;
- продължителност на импулса: от 10-3 до 10-15 s; честота на повторение на импулсите: 1/мин - милиони/сек.

Въз основа на предоставените от производителя технически характеристики лазерната система е класифицирана в **клас 4 по степен на риск**.

Снимки на лазерната система и помещението, в което е монтирана, са представени на фигури 3 и 4.

Оценка на специфичните условия на работната среда

По време на огледа на обекта е установено, че лазерната система е разположена в отделно помещение/контролирана зона без допълнителни работни места по поточната линия, които не са свързани с лазерното лъчение. Поточната линия е екранирана от подходящ защитен материал, за да се предотврати експозицията с лазерно лъчение. Съществуващите в екранировката отвори за преминаване на поточната линия не са по посока на лазерния лъч. Достъпът до помещението е ограничен чрез блокировка на вратата по време на работа. Лазерната система се включва дистанционно чрез серия от операции, което не позволява престой в контролираната зона по време на лазерно излъчване. Осигурена е светлинна сигнализация по време на работа на лазера. На лазерната глава, на входа на помещението и на екранировката има етикети, съответстващи на лазерна система клас 4. В помещението има отразяващи повърхности на въздуховодите на вентилационната система, но те не могат да създадат допълнителен риск от облъчване, тъй като в зоната няма хора, когато лазерът излъчва. Помещението е пожароустойчиво, което съответства на лазерна система клас 4. ЛПС – защитни очила с оптична плътност, съответстваща на характеристиките на лазера.

Обучение

Обучение се осигурява на етапа на монтаж на системата.

В този случай работодателят и експертите, монтиращи системата, са осигурили спазването на изискванията на законодателството и това е пример за добри практики в тази област. Нашият опит показва, че подобни случаи на добра практика са по-редки и това е свързано с липса на компетентност в областта на лазерната защита и контрол

Case 3. Laser system for marking of flour paper packages Focus S25, VideoJet Technologies

Laser safety classification

The system contains CO₂ laser with the following characteristics:

- wavelength: 10.6 μm;
- power of laser radiation: ≤ 25 W;
- Beam diameter: 3.5 mm before focusing;
- CW and pulsed emission;
- pulse duration: 10-3 to 10-15 s; pulse repetition rate: 1/min- millions/sec.

On the basis of technical characteristics provided by manufacturer laser system is classified as **class 4 by the degree of risk**.

Photos of the laser system and the premise with laser system are presented on figures 3 and 4.

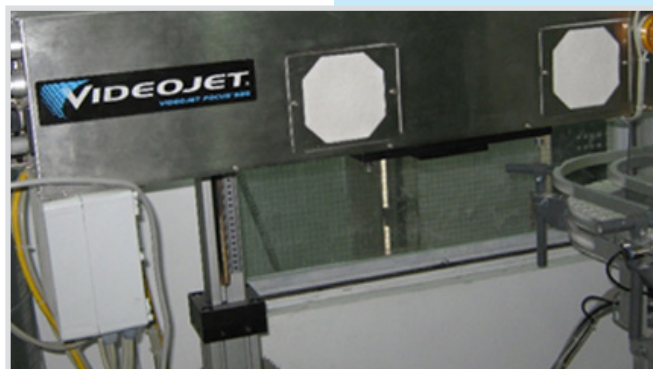
Assessment of the specific conditions of working environment:

During the site inspection, it was found that the laser system is located in a separate premise/controlled area without additional working places along the assembling/flow line that are not related to the laser radiation. Assembling/flow line is shielded by polycarbonate walls to prevent exposure to laser radiation. There are two holes in the shielding for the passage of the flow line, but they are not in the direction of the laser beam. Access to the premise is restricted by interlock on the door during operation. The laser system is switched on remotely through a series of operations, which does not allow stay in the controlled area during laser emission. Light signaling during laser operation is provided. On the laser head, on the entrance of the premise, and on the shielding there are labels corresponding to class 4 laser system. There are reflective surfaces in the premise on the air ducts of the ventilation system, but they cannot create an additional risk of exposure, as no people are present there when the laser is emitting. The premise is fire proof which corresponds to class 4 laser system. PPE – safety goggles with optical density corresponding to the laser characteristics.

Training

Training is provided at the stage of system mounting.

In this case the employer and the experts mounting the system have ensured keeping the requirements of the legislation and it is an example for good practices in this field. Our experience shows that such cases of good practice are rarer and it is related to a lack of competences and control.



Фиг. 3. Случай 3. Лазерна система за маркиране на пакети с брашно Focus S25, VideoJet Technologies

Fig. 3. Case 3: Laser system for marking of flour paper packages Focus S25, VideoJet Technologies



Фиг. 4. Случай 3. Помещение с лазерната система

Fig. 4. Case 3: The Premise with laser system

Случаи 1 и 2 са типични примери за лазери в производството и козметиката, където не е осигурена достатъчна защита за работещите и клиентите. Това от своя страна е предпоставка за неблагоприятни последици за здравето на персонала, работещ с лазерните системи и клиентите в козметиката.

Cases 1 and 2 are typical examples of lasers in manufacturing and cosmetics where sufficient protection for workers and clients is not provided. This, in turn, is a prerequisite for adverse health effects in the groups of laser operators and the personnel and clients in cosmetics.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основните проблеми, установени по време на оценката, са свързани с липсата на пълна информация от производителя относно характеристиките на лазерното оборудване, оценка на специфичните условия на работната среда, както и липса на специализирано обучение в областта на лазерната безопасност. В резултат на това защитните мерки, ако съществуват, не съответстват на класификацията на лазерите по степен на риск и условията на работната среда. Като цяло, причините за установените проблеми са свързани с пренебрегване на здравните рискове, произтичащи от експозицията с лазерно лъчение, липса на компетентност по лазерна безопасност на службите по трудова медицина и контролните органи.

Наблюдаваните проблеми са от решаващо значение за общественото здраве, тъй като лазерите са източници, използвани в почти всяка сфера на живота и биха могли да представляват сериозни здравни рискове. Необходимо е специално внимание от страна на правителството, контролните органи, службите по трудова медицина и експертите в тази област, за да се гарантира спазването на съществуващото законодателство.

CONCLUSION

The main problems established during the assessment are related with the lack of complete information concerning the characteristics of the laser equipment by the manufacturer, assessment of the specific conditions of working environment, also a lack of specialized training in the field of laser safety. As a consequence, protective measures if exist, do not correspond to laser classification according to the degree of optical radiation hazard and working environment conditions.

In general, the reasons for established problems are connected to neglecting health risks arising from laser radiation exposure, lack of competence of occupational health services and control bodies in the field of laser safety.

The observed problems are crucial for public health because lasers are sources used in almost every scope of life and could pose serious health risks. There is a need of special attention from the government, control bodies, occupational health services and experts in this field to ensure compliance with the existing legislation.

КНИГОПИС/REFERENCES

1. Sliney DH, Wolbarsht ML. Safety with lasers and other optical sources. New York: New York: Plenum Publishing Corp; 1980
2. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: ICNIRP guidelines on limits of exposure to laser radiation of wavelengths between 180 nm and 1,000 µm, Health physics 105(3):271-295; 2013 Erratum: Health Physics 118(5):580; 2020
3. Z136.1:1973 American National Standard for Safe Use of Lasers
4. Directive 2006/25/EC: on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to risks arising from physical agents (artificial optical radiation), OJ L 2006; 114/38
5. Наредба № 5/11.06.2010 г. на МТСП и МЗ за минималните изисквания за осигуряване на здравето и безопасността на работещите при рискове, свързани с експозиция на изкуствени оптични лъчения, (ДВ, бр.49/2010г.); Ordinance № 5/11.06.2010 of the MLSP and the Ministry of Health on the minimum requirements for ensuring the health and safety of workers at risks related to exposure to artificial optical radiation, (SG, issue 49/2010)
6. БДС EN 60825-1:2015. Безопасност на лазерни съоръжения. Част 1: Класификация на съоръженията, изисквания и ръководство на потребителя IEC 60825-1:2014 Safety of laser products - Part 1: Equipment classification and requirements
7. БДС EN 60825-1:2014/A11:2021 Безопасност на лазерни съоръжения. Част 1: Класификация на съоръженията, изисквания и ръководство на потребителя IEC 60825-1:2014/A11:2021 Safety of laser products - Part 1: Equipment classification and requirements
8. European Commission: Directorate-General for Employment, Social Affairs and Inclusion. (2011). Non-binding guide to good practice for implementing Directive 2006/25/EC „Artificial optical radiation“. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2767/74218>.

Адрес за кореспонденция

Доц. Михаела Иванова, дм
Национален център по общественото здраве и анализи,
бул. „Акад. Иван Евст. Гешов“ 15
гр. София 1431
ел. адрес: m.ivanova@ncpha.government.bg

Address for correspondence

Asoc. Prof. Mihaela Ivanova, PhD
National Center of Public Health and Analyses,
15, Acad. Ivan Evstatiev Geshov Boul.
Sofia 1431
e-mail: m.ivanova@ncpha.government.bg

ОЦЕНКА НА ЕЛЕКТРОМАГНИТНАТА ЕКСПОЗИЦИЯ ОТ ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОННИ ОБЕКТИ В НАСЕЛЕНИ МЕСТА, С АНАЛИЗ НА СТРАХОВЕТЕ СРЕД НАСЕЛЕНИЕТО

Виктория Зарябова¹, Цветелина Шаламанова¹,
Мишел Израел^{1,2}, Михаела Иванова¹

¹Национален център по общественото здраве и анализи

²Медицински университет, Плевен

РЕЗЮМЕ

Въведение: Проучване на Европейската комисия (ЕК), проведено на територията на страните членки през 2009-2010 г., показва, че в повечето случаи причините за страховете сред населението са липсата на адекватна информация, противоречията в научната литература, както и съмнението, че правителствата на държавите не са предприели адекватни мерки за защита на населението по отношение на новите технологии.

Цел: Да се докаже, че електромагнитната експозиция върху населението от базови станции (БС) за мобилна комуникация е в границите на максимално допустимите стойности съгласно националното законодателство, а страховете на населението се дължат в голяма степен на недостатъчна информация.

Материал и методи: С методите на сравнителния анализ са анализирани данни от измервания на електромагнитното поле (ЕМП), излъчено от БС за мобилна комуникация, събрани по съвместен проект на Националния център по общественото здраве и анализи (НЦОЗА) и Медицинския университет-Плевен през 2014-2015 г. и от измервания, извършени от РЗИ и НЦОЗА в периода 2018-2021 г. Данните от измервания са разгледани в светлината на резултатите от анкетното проучване по същия проект, както и от жалби от граждани, получени в НЦОЗА в същия период.

Резултати и дискусия: Измерванията показват, че стойностите на ЕМП навсякъде в страната са в границите на максимално допустимите, с единични изключения, т.е. те отговарят на изискванията на националното законодателство. Броят на жалбите, свързани с възможна наднормена експозиция на ЕМП, има динамика в периода на проучването, като намалява драстично в периода след 2012-2014 г. Анализът на жалбите показва, че повечето страхове сред населението не са свързани със здравословни проблеми, а вероятно се основават върху други проблеми – недостатъчна информация за реалната експозиция на ЕМП или икономически интереси и политически влияния.

EXPOSURE ASSESSMENT OF ELECTROMAGNETIC FIELD FROM TELECOMMUNICATIONS SOURCES IN POPULATED AREAS IN CORRELATION WITH PUBLIC CONCERN

Victoria Zaryabova¹, Tsvetelina Shalamanova¹,
Mishel Israel^{1,2}, Mihaela Ivanova¹

¹National Center of Public Health and Analyses

²Medical University, Pleven

ABSTRACT

Introduction: A study by the European Commission (EC), conducted in the territory of the member states in 2009-2010, shows that in most cases the reasons for fears among the population are the lack of adequate information, contradictions in the scientific literature, as well as the suspicion that governments have not taken adequate measures to protect the population with regard to new technologies.

Aim: This study aims to prove that the electromagnetic exposure of the population from base stations (BS) for mobile communication is within the maximum permissible values according to national legislation, and the fears of the population are largely due to insufficient information.

Material and methods: The methods of comparative analysis are used to analyze data from measurements of the electromagnetic field (EMF) emitted by mobile communication base stations, collected under a joint project of the National Center for Public Health and Analysis (NCPA) and the Medical University-Pleven in 2014-2015 and from measurements carried out by the RHI and NCPHA in the period 2018-2021.

Results and Discussion: Measurements show that the EMF values everywhere in the country are within the maximum permissible limits, with isolated exceptions, i.e. they meet the requirements of national legislation. The number of complaints related to possible excessive EMF exposure has been dynamic over the study period, decreasing dramatically in the period after 2012-2014. The analysis of complaints shows that most fears among the population are not related to health problems, but are probably based on other problems - insufficient information about real EMF exposure or economic interests and political influences.

Заклучение: Направеният анализ на резултатите от измерванията на ЕМП в периода 2014 – 2020 г. и на жалбите в периода 2012 г. до настоящия момент потвърждава хипотезата, че страховете сред населението, свързани с въвеждането на нови технологии с излъчване на ЕМП не са пряко свързани с неблагоприятни последици за здравето.

Ключови думи: електромагнитни полета, базови станции, мобилна комуникация, оценка на риска, комуникация на риска

ВЪВЕДЕНИЕ

Заклученията от проучване на Европейската комисия, проведено на територията на ЕС през 2009-2010 г.(1), показват, че в повечето случаи причините за страховете сред населението по отношение на електромагнитната експозиция са липсата на адекватна информация, противоречията в научната литература, както и съмнение, че правителствата не предприемат адекватни мерки за защита на населението по отношение на новите технологии. През 2012 г. СЗО направи анализ на политиката относно риска от излагане на електромагнитни полета на работниците и населението. Резултатите показват, че повечето страни прилагат сходни подходи за ограничаване на експозицията и риска от ЕМП, излъчено от базови станции за мобилни комуникации и няма доказани неблагоприятни последици за здравето на населението. Това се потвърждава и от докладите на Scientific Committee of Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR) към ЕС от 2009, 2012 и 2014 г. (2,3,4). Тези резултати са потвърдени и в България през 2014-2015 г.

ЦЕЛ

Да се провери дали електромагнитното облъчване, причинено от базови станции за мобилна комуникация, е в границите на максимално допустимите стойности съгласно националното законодателство, а страховете на населението се дължат на недостатъчна информация или на други интереси и по-малко на неблагоприятни последици за здравето.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Данните от измерванията на електромагнитната експозиция, получени в рамките на цитирания проект, са анализирани чрез прилагане на статистически методи. Търсена е връзка между резултатите от измерванията на ЕМП в „чувствителни“ зони в периода 2014-2015 г., когато е проведено и анкетното проучване на Евробарометър 73.3 (1), като същите са сравнени с данни от измервания в периода 2018-2021 г., когато започва навлизането на нов технологичен стандарт (5G). Анкетното проучване е проведено сред младежи от 12-и клас в училища и сред студенти първи курс в университети. Общият брой на анкетиранияте е 277 лица. От тях 84% са на възраст 17-25 години, а 16% - над 26 години, като 37% са мъже, а 63% - жени.

Conclusion: The analysis of the results of EMF measurements in the period 2014 - 2020 and of complaints in the period 2012 to the present confirms the hypothesis that fears among the population related to the introduction of new technologies with EMF radiation are not directly related to adverse health effects.

Key words: electromagnetic fields, base stations, mobile communication, risk assessment, risk communication

INTRODUCTION

The conclusions of a European Commission study conducted across the EU in 2009-2010(1) show that in most cases the reasons for fears among the population regarding electromagnetic exposure are the lack of adequate information, contradictions in the scientific literature, as well as doubts that governments are not taking adequate measures to protect the population regarding new technologies. In 2012, the WHO conducted a policy analysis on the risk of exposure to electromagnetic fields for workers and the general public. The results show that most countries apply similar approaches to limiting exposure and risk from EMF emitted by mobile communications base stations and there are no proven adverse effects on the health of the population. The same thesis is shared by the reports of the Scientific Committee of Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR) to the EU from 2012.

AIM

To verify whether the electromagnetic radiation caused by mobile communication base stations is within the maximum permissible values according to national legislation, and whether the fears of the population are due to insufficient information or other interests and less to adverse health effects.

MATERIAL AND METHODS

The data from the measurements of electromagnetic exposure, obtained within the framework of the cited project, were analyzed by applying statistical methods. A connection was sought between the results of EMF measurements in „sensitive“ areas in the period 2014-2015, when the Eurobarometer 73.3 survey was conducted (1), and the same are compared with data from measurements in the period 2018-2021, when the introduction of a new technological standard (5G) began. The survey was conducted among 12th graders in schools and first-year students in universities. The total number of respondents was 277. Of these, 84% were aged 17-25, and 16% were over 26, with 37% being men and 63% being women.

РЕЗУЛТАТИ

В нашата страна е в сила Наредба № 9, от 1991 г. (ДВ, бр. 35/1991 г.; изменение и допълнение, ДВ, бр. 8/2002 г.) на Министерството на здравеопазването и Министерството на околната среда (5), въвеждаща пределно допустими нива за ЕМП и изисквания за контрол на телекомуникационни източници. Максимално допустимото ниво, регламентирано в тази наредба, за облъчване на населението с ЕМП за честотен диапазон 300 MHz – 30 GHz, е $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, което съответства на интензитет на електрическото поле 6,14 V/m за облъчване в далечна зона от излъчвателя. Всички представени тук резултати от измерванията са сравнени с тази максимално допустима стойност.

Направени са честотно неселективни измервания на интензитета на електрическото поле и на плътността на мощност в цитирания честотен обхват. Контролът на този тип излъчватели в нашата страна се извършва съгласно изискванията както на Закона за устройство на територията (6), така и на Закона за здравето (7). Този контрол се осъществява от органите на държавния здравен контрол, както и от ДНСК. В процеса на въвеждане на излъчващите обекти в населените места участва и НЦОЗА чрез експертна оценка на хигиенно-защитната зона около стационарните източници, на основата на документация, предоставена от собствениците на обектите.

Измерванията, извършени от екипа на НЦОЗА в периода 2018-2021 г., показват, че стойностите на ЕМП навсякъде в страната са в границите на максимално допустимите, с единични изключения, т.е. те отговарят на изискванията на националното законодателство (фиг. 1). В сравнение с действащата Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета на ЕС (8), максимално допустимата стойност, съгласно националното законодателство, е много по-ниска, като за честотите, използвани в мобилната комуникация, тя е от 40 до 100 пъти по-защитаваща човека.

RESULTS

In our country, Ordinance No. 9 of 1991 (SG, issue 35/1991; amendment and supplement, SG, issue 8/2002) of the Ministry of Health and the Ministry of Environment (5) is in force, introducing maximum permissible levels for EMF and requirements for control of telecommunication sources. The maximum permissible level regulated in this regulation for the exposure of the population to EMF for the frequency range 300 MHz – 30 GHz is $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, which corresponds to an electric field intensity of 6.14 V/m for exposure in a remote area from the emitter. All measurement results presented here are compared with this maximum permissible value.

Frequency-nonspecific measurements of the electric field intensity and power density in the cited frequency range were made. The control of this type of emitters in our country is carried out in accordance with the requirements of both the Spatial Planning Act (6) and the Health Act (7). This control is carried out by the state health control authorities, as well as by the Governmental Commission for Construction Control. The National Center of Public Health and Analyses (NCPHA) also participates in the process of introducing emitting sites in populated areas through an expert assessment of the hygienic protection zone around the stationary sources, based on documentation provided by the owners of the sites.

The measurements carried out by the NCPHA team in the period 2018-2021 show that the EMF values everywhere in the country are within the maximum permissible limits, with isolated exceptions, i.e. they meet the requirements of national legislation (Fig. 1). Compared to the current Recommendation 1999/519/EC of the Council of the EU (8), the maximum permissible value, according to national legislation, is much lower, and for the frequencies used in mobile communication it is 40 to 100 times more protective of humans.



Фигура 1. Стойности на плътността на мощност, измерени на територията на 28-те области на България

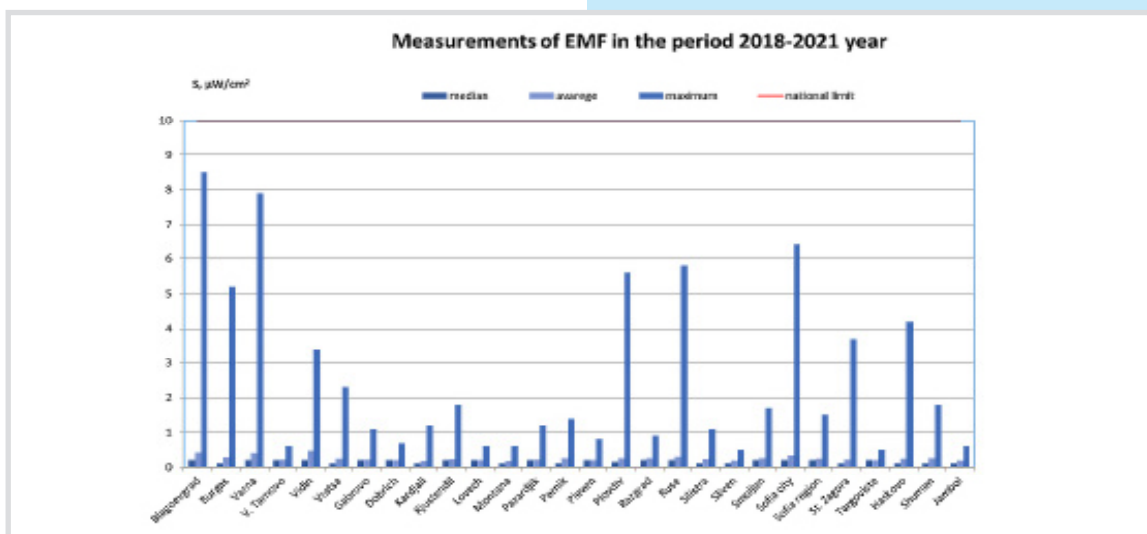
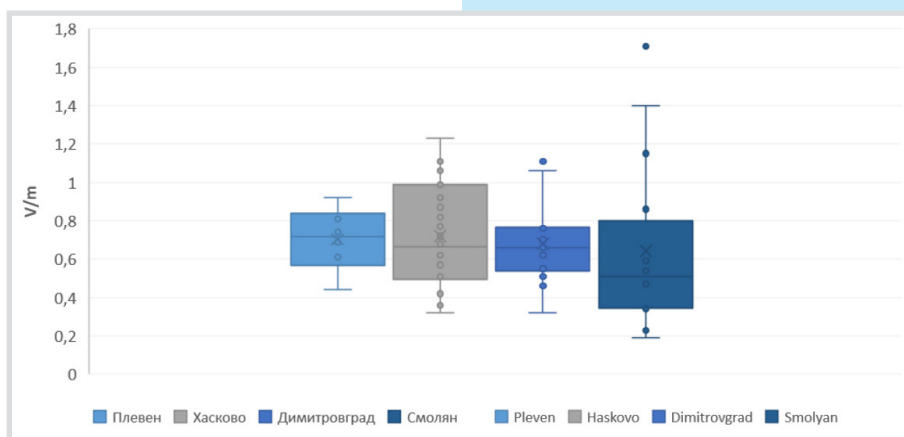


Fig 1. Median, average and maximal values of power density measured in areas on the territory of 28 regions of Bulgaria

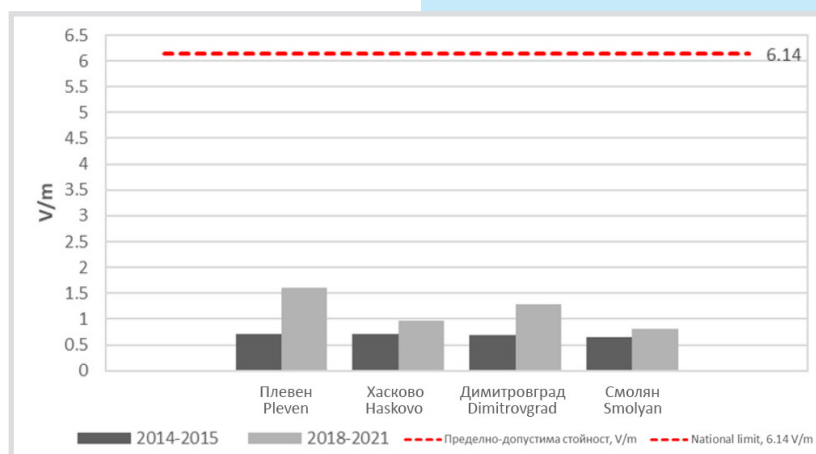
Тези резултати се потвърждават и от годишния мониторинг на електромагнитните полета, извършван от РЗИ в страната (фиг. 2 и фиг. 3)

These data are also confirmed by the annual EMF monitoring performed by the regional health inspections in the country (Fig.2 and Fig.3).



Фигура 2. Квартилна диаграма на измерените стойности на електромагнитното поле в периода 2014-2015 г.

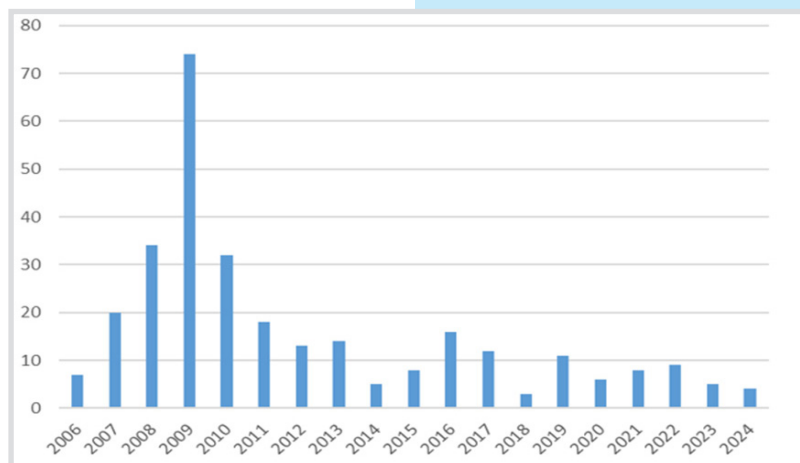
Fig. 2. Quartile diagram of EMF values measured within the project 2014-2015



Фигура 3. Средни стойности на интензитета на електрическото поле за периодите 2014-2015 и 2018-2021 г.

Fig. 3. Average values of electric field strength for the periods 2014-2015 and 2018-2021

Анализът на жалбите показва известна динамика в периода на проучването. До 2012 г. в НЦОЗА са регистрирани множество жалби от населението (74 броя за 2009 г.), като в периода на проучването този брой намаля (до 8 броя за 2021 г.), а в настоящия момент той е незначителен (само 4 броя за 2024 г.). (фиг. 4).



Фигура 4. Брой на жалбите по години, редуцирани с повтарящите се

През 2019-2020 г., с въвеждането на новата 5G технология, се наблюдава известно увеличаване на броя на жалбите. Индивидуалното проучване на всяка една от подадените жалби показва, че част от жалбите са организирани от групи активисти. Въпреки че тези групи са малко на брой, те са много „шумни“ и използват средствата за дезинформация, като по този начин манипулират страховете сред населението. В периода на пандемията от COVID-19 тези групи се пренасочиха към друг вид дезинформация и фалшиви новини.

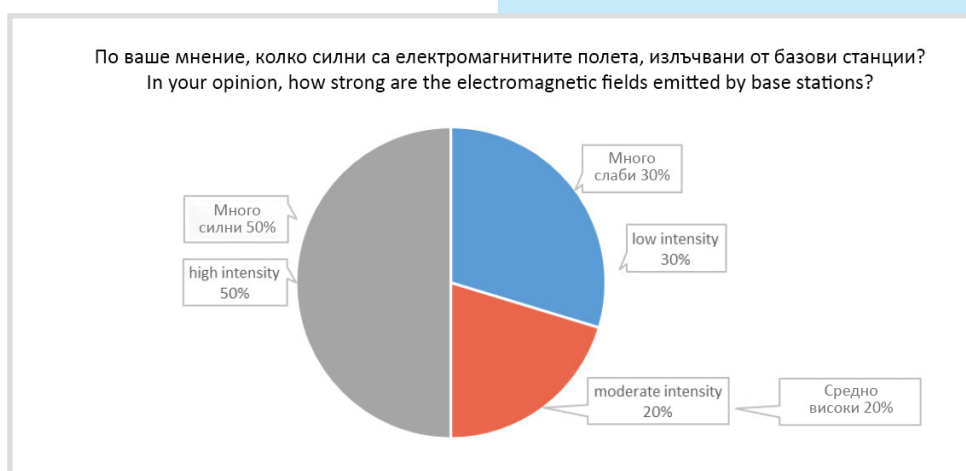
По-долу са представени някои резултати от анкетното проучване, извършено в периода 2014 – 2015 г., на основата на които може да се оцени възприятието на риска (фиг. 5).

The analysis of complaints shows some dynamics during the study period. Until 2012, numerous complaints from the population (74 during 2009) were registered at the NCPHA, while during the study period this number decreased (8 during 2021), and currently it is insignificant (4 during 2024). (Fig. 4).

Fig. 4. Number of complaints by year, reduced by recurring ones

In 2019-2020, with the introduction of the new 5G technology, there has been a slight increase in the number of complaints. Individual investigation of each of the complaints submitted shows that some of the complaints were organized by activist groups. Although these groups are few in number, they are very „noisy“ and use disinformation tools, thereby manipulating fears among the population. During the COVID-19 pandemic, these groups have shifted to other types of disinformation and fake news.

Below are some results from the survey conducted in the period 2014 – 2015, based on which the perception of risk can be assessed. (Fig. 5).



Фигура 5. Отговори на въпрос от част 3 на анкетното проучване, проведено у нас в периода 2014-2015 г. по отношение на възприятието на риска от населението

Fig. 5. Question from part 3 from the survey performed in the period 2014-2015 on the base of Eurobarometer 73.3 concerning the risk perception of general public

На Фиг. 6 е показано мнението на анкетираните по въпроса от част 5 от анкетата, проведена в периода 2014-2015 г.: „Мачти за мобилна комуникация на покрива на училище. Колко опасна според вас е тази ситуация за децата в училището?“. На фигурата се вижда, че измерените стойности в районите на училищата не превишават 1% от максимално допустимите стойности съгласно българското законодателство. Ясно е „противоречието“ с възприятието на риска, което показва, че 69% от анкетираните лица считат, че монтирането на базови станции върху училища е опасно за здравето.

Fig. 6 shows the opinion of the respondents on the question from part 5 of the survey, conducted in the period 2014-2015: “Mobile communication masts on the roof of a school. How dangerous do you think this situation is for the children in the school?”. The figure shows that the measured values in the areas of schools do not exceed 1% of the maximum permissible values according to Bulgarian legislation. The “contradiction” with the perception of risk is clear, which shows that 69% of respondents believe that the installation of base stations on schools is dangerous to health.



Фигура 6. Отговори на въпрос от част 5 от анкетното проучване, проведено у нас в периода 2014-2015 г. по отношение на възприятието на риска от населението

Fig. 6. Question from part 5 from the survey performed in the period 2014-2015 on the base of Eurobarometer 73.3 concerning the risk perception of general public

ОБСЪЖДАНЕ

Както е споменато по-горе, броят на жалбите намалява драстично в периода след 2012-2014 г. От друга страна, резултатите от цитираните по-горе измервания показват стойности в границите на максимално допустимите, съгласно националното законодателство и много под референтните стойности, предложени от международните организации като ЕС, ICNIRP (International Committee of Non-Ionizing Radiation Protection), WHO (World Health Organization), IEEE (Institute of electronic and Electrotechnical Engineers). Това подкрепя нашата хипотеза, че повечето страхове сред населението не са свързани със здравословни проблеми, а вероятно се основават върху други проблеми – недостатъчна информация за реалната експозиция на ЕМП или икономически интереси и политически влияния.

DISCUSSION:

As mentioned above, the number of complaints decreased dramatically in the period after 2012-2014. On the other hand, the results of the measurements cited above show values within the limits of the maximum permissible values, according to national legislation and well below the reference values proposed by international organizations, such as the EU, ICNIRP (International Committee of Non-Ionizing Radiation Protection), WHO (World Health Organization), IEEE (Institute of electronic and Electrotechnical Engineers). This supports our hypothesis that most fears among the population are not related to health problems, but are probably based on other problems – insufficient information about real EMF exposure or economic interests and political influences.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Направеният анализ на резултатите от измерванията на ЕМП в периода 2014 – 2020 г. и на жалбите в периода 2012 г. до настоящия момент потвърждава хипотезата, че страховете сред населението, свързани с въвеждането на нови технологии с излъчване на ЕМП, не са пряко свързани с неблагоприятни последици за здравето. Това не намалява необходимостта от прилагане на последователна държавна политика за защита на населението от облъчване с ЕМП при нови технологии, както и от разработване и поддържане на програма за комуникация и управление на риска с цел намаляване на страховете сред населението и осигуряване на възможност за вземане на адекватни решения. Този резултат съответства на политиката на СЗО в областта на комуникация на риска по отношение на електромагнитната експозиция върху населението (9), както и на наши предишни изследвания (10).

Благодарност

Авторите изказват благодарност на своята колега гл. експерт инж. Христина Петкова за оказаното съдействие при представянето на графичните изображения на резултатите в проучването.

КНИГОПИС/REFERENCES

1. Eurobarometer 73.3: National and European Identity, and Electromagnetic Fields and Health, March-April 2010 (ICPSR 30161)
2. Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks SCENIHR Health Effects of Exposure to EMF, European Commission 2009
3. Scientific Committee of Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR). Memorandum on the use of the scientific literature for human health risk assessment purposes– weighing of evidence and expression of uncertainty, European Union, 2012, ISBN 978-92-79-26315-2
4. T. Samaras, The SCENIHR opinion on potential health effects of exposure to electromagnetic fields, European Commission, 8th Int. Workshop on Biol. Effects of EMF, Varna, Bulgaria, 21-26 September 2014
5. Ordinance No. 9 of 14 March 1991 – Exposure limit values for Electromagnetic Radiation in Residential Areas and for Determining Safety Zones Around Electromagnetic Sources, State Gazette No. 35/1991.
6. Закон за устройство на територията, в сила от 31.03.2001 г., ДВ, бр.1/2001 г.
7. Закон за здравето, в сила от 01.01.2005 г., ДВ, бр.70/2004 г.
8. Council Recommendation of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz) (1999/519/EC).
9. Risk perception, Risk Communication and its Application to EMF Exposure, Proceedings International Seminar, ICNIRP 5/98, Editors: R. Matthes, J. Bernhardt, M. Repacholi, Vienna, 1997.
10. Zaryabova V., M. Israel, Needs of communication with general public about the potential risk of electromagnetic fields and methods for achieving this goal, Environmentalist, 2007, 27:557-561.

Адрес за кореспонденция:

Гл. експерт Виктория Зарябова
Национален център по общественото здраве и анализи
бул. „Ив. Евст. Гешов“ № 15 София 1431
ел. адрес: v.zaryabova@ncpha.government.bg

CONCLUSION

The analysis of the results of EMF measurements in the period 2014 - 2020 and of complaints in the period 2012 to the present confirms the hypothesis that fears among the population related to the introduction of new technologies emitting EMF are not directly related to adverse health effects. This does not reduce the need to implement a consistent state policy to protect the population from EMF exposure in new technologies, as well as to develop and maintain a communication and risk management program to reduce fears among the population and ensure the ability to make adequate decisions. This result is consistent with the WHO policy on risk communication regarding electromagnetic exposure to the population (9), as well as our previous studies (10).

Acknowledgement

The authors express their gratitude to their colleague, Chief Expert Eng. Hristina Petkova, for her assistance in presenting the graphical representations of the results in the study.

Address for correspondence:

Chief Expert Victoria Zaryabova
Physical Factors Department
National Centre of Public Health and Analyses
15, Acad. Ivan Geshov Blvd. 1431 Sofia
e-mail: v.zaryabova@ncpha.government.bg