

# РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен

„Доктор”

по професионално направление 4.1 Физически науки  
(научна специалност „Ядрена физика”)

**Автор на дисертационния труд:** Димитър Петков Димитров, асистент към катедра „Физика” на МГУ-София, задочен докторант към ФзФ-СУ

**Тема:** „Облъчване от радон на професионални групи ангажирани в добивната промишленост”

**Рецензент:** проф. дфн Кирил Асенов Крежов, асоцииран член на ИЯИЯЕ

## 1. Биографични данни

Дисертантът Димитър Петков Димитров завършва средно образование със сребърен медал в МГ „Гео Милев“, град Плевен. Представя се отлично на републиканската олимпиада по физика през 1978г. и е приет да следва физика в Софийския университет „Св. Климент Охридски“. През 1985 г. придобива квалификация „физик“ със специализация „Физика на твърдото тяло“, след положен с отличие държавен изпит и защитена дипломна работа на тема „Теоретично моделиране на йонна имплантация в полупроводници“. Същата година започва работа в ЗППТ в гр. Ботевград на йонен имплантатор. През 1986 г. печели конкурс за научен сътрудник в ИМ с ИЦ към БАН и е назначен в група за математическо моделиране.

През 1993 г. Димитър Димитров преминава на длъжност старши специалист в катедра „Физика“ на МГУ „Св. Иван Рилски“, където от 2011 г. заема длъжност асистент. На 15.01.2013 г. той е зачислен в задочна докторантура към катедра „Атомна физика“ по тема „Облъчване от радон на професионални групи ангажирани в добивната промишленост” с научен ръководител проф. дфн Добромир Пресиянов. Неговата образователна подготовка в областта на приложната ядрена физика и конкретно в дозиметрията на радон ( $^{222}\text{Rn}$ ) и торон ( $^{220}\text{Rn}$ ), както и изследователската дейност в изпълнение на докторската програма, са в тясна връзка с работата на групата по „Дозиметрия и лъчезащита” към катедрата. През м. януари 2018 г. е отчислен с право на защита.

## 2. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем

Определянето на концентрацията на радиоактивния благороден газ радон и здравните последици от неговото вдишване са предмет на активни научни и приложни проучвания още от началото на ХХ век, първоначално като излъчване на радия, а впоследствие като фактор представляващ биологична опасност. Миньорите в Европа и по-късно в САЩ са основните проучвани групи. Първоначалният период от употребата му за лечебни цели е последван от период на силна загриженост за неговите ефекти върху здравето и отговорите на много въпроси вече са получени и са добре документирани. Относно приноса към облъчването на населението на трите изотопа на елемента радон – актинон ( $^{219}\text{Rn}$ ), торон ( $^{220}\text{Rn}$ ) и радон ( $^{222}\text{Rn}$ ), оценките показват, че съществени са радионуклидите торон и радон. При това радиационният принос на торон ( $^{220}\text{Rn}$ ) е значим само в район с висока концентрация на торий-232 или при използване на специфични строителни материали.

Установено е, че в затворено пространство радонът и неговите дъщерни

радионуклиди ( $^{218}\text{Po}$ ,  $^{214}\text{Pb}$  и ( $^{214}\text{Bi} + ^{214}\text{Po}$ )) като свободни йони или прикрепени към аерозолни частици, съставят въздушна смес, която носи значително количество енергия. Дейностите на човека могат да създадат нови или да модифицират съществуващите пътища увеличаващи концентрацията на радон в помещението в сравнение с радиационния фон на открито. Тези пътища могат да бъдат контролирани чрез превантивни и коригиращи действия.

Съгласуваните и приети оценки на риска от радон ( $^{222}\text{Rn}$ ) и дъщерните му продукти за държавите – членки на Европейския съюз са регламентирани също в българското законодателство за пределни концентрации и референтни дозови нива за средногодишна концентрация на радон във въздуха –  $200 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$  за *нови жилища и обществени сгради*,  $300 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$  за *съществуващи жилища и обществени сгради* и средна концентрация на радон във въздуха *на работни места* -  $1000 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ . В случаи, когато заетостта в съществуващите обществени сгради е с ниска продължителност, министърът на здравеопазването може да определи за средногодишна концентрация на радон във въздуха референтно ниво над  $300 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ , но не повече от  $1000 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ .

Оценката на приноса на радона към естествения радиационен фон показва, че той дава над половината годишна радиационна доза получена от населението. Радонът и дъщерните му продукти създават дозата в белите дробове и от Световната здравна организация са идентифицирани като втора по важност причина за белодробен рак след тютюнопушенето, а за непушачи като основна причина. Епидемиологичните данни показват, че високата експозиция на радон води до повишена смъртност от рак на белия дроб сред миньорите, особено в уранови и полиметални рудници. Все повече експерти в областта на радиационната защита са убедени, че повишените нива на радон в домовете и работните помещения могат да предизвикат повишена заболяемост и смъртност от рак на белия дроб. Високите нива на радон, които се срещат в пещерите, също повдигат въпроса дали някой е изложен на риск като най-загрижени са пещерняците и екскурзоводите.

В тази връзка, актуалността на темата на дисертационният труд е извън съмнение, защото касае проблеми с пряко отношение към разпространението на радона и торона в пещери, минни галерии и сгради. По същество, изследванията на дисертанта бележат етап в развитието на кумулативните методи за измерване на радона и торона, при които се измерва обемната активност на радионуклиди интегрирана по време.

### **3. Съдържание и структура на дисертационния труд**

Дисертационният труд съдържа неномерирани заглавна страница, благодарности, съдържание и списък на използвани съкращения и означения, които предхождат същинския текст с номерация на страниците, който е изложен на 119 стр. Той обхваща 7 глави, с включени 40 фигури, 7 таблици и 4 Приложения, списък на използваната литература от 112 заглавия (9 стр.), списък на авторските статии и доклади по дисертационната тема.

В първата глава (3 стр.) дисертантът въвежда същината на проблемите с разпространяване на радона, поставя целите на дисертацията и формулира задачите за тяхното постигане. Във втората глава (19 стр., 8 фиг., 1 табл.) той анализира литературните източници, разглежда механизмите за формиране на дозата вътрешно облъчване, оценката на радоновия риск и риска от белодробен рак. Последниците от радоновото облъчване се проявяват отчетливо при епидемиологични проучвания. Важно значение имат ретроспективните измервания на радон-222 и е направено

сравнение на методи за такива измервания като по-подробно е представен компакт-дисквият (поликарбонатен) метод, разработен от Пресиянов и сътрудници (1999-2001). В третата глава (34 стр., 15 фиг., 5 табл.) са дадени подробности за комбинираното измерване на радон и торон с компакт-дисквия метод. Измерванията се базират на корелацията между сигнала (броя следи на единица площ) и кумулативната концентрация на радона и торона. Следите се проявяват на строго определена дълбочина на CD/DVD диска чрез химична обработка (преецване) и последваща електрохимична обработка за улесняване на преброяването им. В дълбочина 64-76  $\mu\text{m}$  сигналът е комбиниран (222-радон + торон), а в по-голяма дълбочина се дължи на 222-радон и дъщерните му разпадни продукти. Описано е калибрирането, както и оценката на комбинираната неопределеност при пресмятане на обемната активност и се обсъждат качествата на CD/DVD метода за ретроспективни измервания. Изложен е използваният алгоритъм за броене на следите от алфа-частици, методите за валидиране и източниците на неопределеност, температурното влияние върху измерването чрез a posteriori температурна корекция като са представени и данни от ретроспективни анализи.

В глава 4 (14 стр., 8 фиг., 1 табл.) се обсъждат реални опити в подземни обекти (пещера и рудник), които разкриват, че няма корелация между измерените средни концентрации на радон и торон в галериите, както и че конденз или намокряне на дисковете не оказват влияние върху натрупвания сигнал само за радона, докато данните за торона са компроментирани.

Глава 5 (15 стр., 4 фиг.) и Глава 6 (13 стр., 5 фиг.) представят използването на CD/DVD метода за изследване на пространствени или времеви изменения на концентрацията на радон, с което се разкриват възможности за установяване на влиянието на обновяване на дограмата в жилищни помещения. Друго приложение е извършване на диагностика на вентилацията на подземна мина и идентифициране на източници на замърсяване с радон и торон. Голямо внимание е отделено върху измерването на средногодишната концентрация на радон на работните места. За прецизиране на оценката за облъчването на персонала само през реалното работно време е конструиран нов детектор с чувствителност само в ограничен времеви прозорец и са определени неговите характеристика.

В Глава 7 (2 стр.) са формулирани основните авторски претенции за дейности и резултати с приносен характер отразени в дисертационния труд.

#### **4. Степен на познаване състоянието на проблема**

Научноизследователските и приложни дейности, свързани с разработването и приложението на трекови детектори за регистрация на ядрени лъчения, имат дълга история, което създава привлекателни възможности за пространно представяне на теоретичните разработки и приложения в различни клонове на науката и практиката.

В тази връзка, много добро впечатление прави, че литературният обзор е проблемно ориентиран, концентриран върху литературни източници с пряко отношение към конкретен въпрос като проследява в исторически аспект постигнатия прогрес и оставащи нерешени въпроси при получаване на статистически достоверна, сравнима, с висока точност и възпроизводимост, информация за обемната активност на радон и торон в проучваните надземни и подземни обекти.

#### **5. Съответствие на избраната методика**

Концентрацията на радон и торон в затворени пространства варира значително в резултат на голям брой фактори, сред които: геология и сеизмика, хидрология, пропускливост на почвата, климат и метеорологични условия на района, а при сгради

– конструкционни характеристики, използвани строителни материали и начин на живот на обитателите.

Дисертантът прилага творчески предложения от Пресиянов и сътрудници пасивен кумулативен метод за измерване на радон и торон с използване на компакт дискове и постига напредък в разширяването на кръга от негови приложения. Проведени са продължителни експериментални изследвания в пещери, подземни минни изработки, санирани сгради и други пространства, изискващи планиране и подготовка, съобразени с конкретните условия, както и специфична обработка на опитните данни.

## **6. Характеристика на материала, върху който се градят приносите на дисертацията**

Както отбелязах по-горе, в продължение на много години радон ( $^{222}\text{Rn}$ ) и продуктите от неговия разпад се считат за риск за здравето в затворено пространство поради техния решаващ принос в дозата на облъчване на белите дробове. Радиоизотопът торон ( $^{220}\text{Rn}$ ) и неговите разпадни продукти са на фокус като риск за здравето в последно време. Причината за това е неговият кратък период на полуразпад. На практика, приносът на торон към вътрешно облъчване е значим в район с висока концентрация на торий-232 или при използването на специфични строителни материали.

В тази връзка, представените в дисертацията опитни данни относно разпространението на радон и торон в затворени пространства са оригинални, анализирани са коректно и аз нямам принципи възражения към достоверността на изложените резултати и заключения. Опитните данни са обработени на високо професионално ниво и допринасят за качеството на изводите.

## **7. Научни и/или научноприложни приноси**

Приемам формулираните в дисертационния труд на стр. 99-100 приноси. Част от тях са приноси към методиката, а като цяло имат научно-приложен характер пряко свързан с проблема за намаляване на риска за населението, подземните работници и пещерняци от облъчването от радон и дъщерните му разпадни продукти.

Получени са нови знания за нивата на радон-222 и торон в подземни пространства като пещери или подземни минни изработки с доказана възможност за изясняване на влиянието на конкретни технологични условия (пасивно и/или активно вентилиране), разкрити са възможности за определяне в дългосрочен аспект на влиянието на енергоспестяващо обновяване на сгради върху концентрацията на радон в помещенията, разработен е пасивен радонов дозиметър с контролирано акумулиране на сигнала в зададен интервал от време.

## **8. Преценка на публикациите**

Дисертационният труд е изграден върху 4 реферирани публикации – 3 статии в авторитетни в областта реферирани международни списания с импакт фактор (IF) - Radiation Measurements (1), Radiation Protection Dosimetry (1), Journal of Environmental Radioactivity (1) и един доклад в пълен текст в AIP Conf. Proc. (2014 г.) с импакт ранг (SJR). Ранни резултати са представени още през 2014 г. на традиционната вече международна конференция EERAS (East European Radon Symposium). В подкрепа на актуалността и значимостта на изследванията по дисертационната тема е, че има 14 забелязани цитирания от чуждестранни изследователи на 2 от публикуваните трудове.

Авторските колективи на статиите и докладите са от 2 до 5-членни като основният съавтор на дисертанта е неговият научен ръководител проф. дфн Добромир Пресиянов. Не поставям под съмнение личния принос на докторанта в изработването на дисертационния труд.

## **9. Преценка на автореферата.**

Убедено считам, че в автореферата ясно и точно са отразени целта, задачите, съдържанието на дисертацията, изводите и формулираните от дисертанта приноси.

## **10. Мнения, препоръки и бележки**

Съществени забележки и препоръки нямам. Дисертационният труд е оформен с голямо внимание, но макар и рядко има допуснати печатни грешки (напр., на стр.26). Изложението следва ясна логика, с проява на висока квалификация при обосновката на планираните за провеждане дейности и професионализъм при изпълнението им. Резултатите са надеждни, интерпретирани са задълбочено и компетентно, с необходимата мяра критичност и изводите са убедителни.

Моето мнение за дисертационния труд на Димитър Петков Димитров е напълно положително. С тематична насоченост, резултати и значение за практиката този дисертационен труд продължава и пренася в МГУ-София добрите традиции на Лабораторията по дозиметрия и лъчезащита на ФзФ-СУ и потвърждава реалните възможности у нас за успешна и полезна работа в областта на ядрените изследвания, екологията и радиационната защита. От дисертацията заключавам, че описаните изследвания са проведени в България, с използване на наличната апаратура в лаборатория «Дозиметрия и лъчезащита» към Физически факултет при СУ и катедра «Физика» на МГУ, което доказва, че при квалифицирано ръководство и творческа активност на дисертанта може да се реализират изследвания на ниво съпоставимо с най-високите европейски стандарти.

## **Заключение**

Въз основа на гореизложеното, както и обстоятелството, че представената дисертация удовлетворява приетите от Закона за развитието на академичния състав в България критерии и допълнителните изисквания на Физическия факултет на СУ «Св. Климент Охридски» за придобиване на научна степен, с удоволствие и пълна убеденост препоръчвам на почитаемите членове на Научното жури да гласуват за присъждане на образователна и научна степен “доктор” на Димитър Петков Димитров.

София, 01.10.2020г.

Р е ц е н з е н т:

/проф. дфн Кирил А. Крежов/