

## РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд на тема “**Радиологични проблеми свързани с радона и нови методи за тяхното изследване**”,

за присъждане на научната степен “доктор на науките” по професионално направление  
4.1. Физически науки, научна специалност “Ядрена физика”

**Автор:** доц. д-р Добромир Стефанов Пресиянов

**Рецензент:** проф. д-р Жения Начкова Василева

Национален център по радиобиология и радиационна защита

Рецензията е изготвена на базата на предоставените ми: дисертационен труд, автореферат със справка за научните приноси, списък на публикациите на автора, включени в дисертацията, наукометрична справка, справка за откритите цитирания и автобиография на автора.

Актуалността на дисертационния труд на доц. Д. Пресиянов е безспорна – радиологичните проблеми, свързани с радиоактивния газ радон и неговите дъщерни продукти, са обект на изследване вече повече от половин десетилетие, но увеличила значимостта си след две важни публикации: През 2009 г. Световната здравна организация (СЗО) обобщи резултатите от голям международен проект и заключи, че радонът е причинител номер две на рака на белите дробове след тютюнопушенето, със синергично действие на двата фактора. През 2010 г. в Публикация 115 Международната комисия по радиологична защита (МКРЗ) обобщи наличните епидемиологични данни, в резултат на което увеличи почти два пъти рисковия коефициент за развитие на белодробен рак от облъчването с радон. Препоръките на СЗО и МКРЗ станаха основа за въвеждането в международното и националните законодателства на двойно по-ниски референтни нива за концентрациите на радон в жилищата и по-стриктни изисквания за измерване и мерки за спазване на тези нива. Бързам да отбележа, че доц. Добромир Пресиянов е пряк участник в описания процес на натрупване на научни знания, довели до тези решения, както чрез значимите си научни публикации в международни издания с висок IF, така и чрез прякото си участие като експерт в две работни групи на Радоновия проект на СЗО, в раздели «Измервания» и «Технически средства за защита».

Изследванията на радоновия проблем в България се идентифицират пряко с лабораторията по дозиметрия на ФзФ на СУ “Климент Охридски”, а през последните две десетилетия безспорен лидер на направлението в България е доц. Пресиянов. Затова оценявам представеният дисертационен труд на автора като закономерно обобщение на творческите му търсения след дисертацията за доктор по физика (кфн), защитена през 1993 г. също по тематиката радон.

Дисертационният труд е написан на отличен английски език и е с внушителния обем от 270 стр. основна част и общо 310 стр. с библиографията и приложенията. Въпреки обема си, дисертацията се чете лесно, поради логичната си структура, аналитичност на изложението и стегнато и ясно формулирани изводи. Впечатляващ е обемът и многообразието на планираните и решени задачи, както и отличното

съчетаване на експеримент и теоретични решения. За мен, като работеща в практиката на радиационната защита, е много важен фактът, че никоя от решаваните задачи не е самоцелна, всички те са продиктувани от нуждите на практиката и решават важни въпроси за практиката на измерванията на радон в жизнената среда, а резултатите от измерванията се използват за конкретни технически решения за намаляване на концентрациите на радон и за оптимизация на радиационната защита.

Дисертацията се състои от увод, шест глави по същество, заключения и две приложения. В увода от само няколко страници авторът синтезирано представя актуалността на проблема и направленията на своите изследвания.

В глава II са разгледани кумулативните измервания на  $^{222}\text{Rn}$  посредством дифузионни камери с трекови детектори SSNTD. Експериментално е определена функцията на отклика на използваните детектори; оптимизиран и обективизиран е процесът на броене на трековете чрез разработени два метода за автоматично броене на следи. Осигурена е метрологична проследимост на измерванията с трекови детектори до първичния радонов стандарт в Сакле, Франция. От експерименталните изследвания е извлечен нерешен проблем за разпределението на намиращите се вътре в дифузионната камера  $^{222}\text{Rn}$  и дъщерните му продукти, най-вече алфа-активните изотопи  $^{218}\text{Po}$  и  $^{214}\text{Po}$ , теоретично решение на който е предложено първо чрез числено моделиране, а след това и чрез аналитичен модел. Друг изследван аспект в тази глава е използването на дифузионни камери, използващи едновременно SSNTD и TLD за измерване в почвен газ, особено при концентрации на радон над  $0,5 \text{ MBq m}^{-3}$ , при които настъпва насищане при измерване само по трековия метод. След лабораторните изследвания методът е приложен за полеви измервания в райони от бившия уранодобив.

Глава III е посветена на развитието на методологията на измерване на късоживущите разпадни продукти на  $^{222}\text{Rn}$  и  $^{220}\text{Rn}$ . Проведени са изследвания и са решени три задачи. Първо, авторът разработва алгоритъм за обработка на измервания на дъщерни продукти, включващи пробоотбор върху аерозолен филтър и измерване на лъчението на отложените радионуклиди, като илюстрира приложимостта му за най-разпространения метод на алфа-броенето за определяне на концентрациите на краткоживущите дъщерни продукти на  $^{222}\text{Rn}$ . Втора решена задача е разработването на процедура за получаване и използване на късоживущи алфа-източници с енергия  $6,0 \text{ MeV}$  и  $7,69 \text{ MeV}$ , които да се използват за калибриране на детектори. Трета важна задача, решена от автора, е развитието на метода на въртящия се филтър за кумулативни измервания на дъщерни продукти на радон и торон. Предложени са решения за измерване както при високите концентрации в подземни рудници, така и при по-ниски концентрации в сгради и околна среда. Устройството е оптимизирано чрез теоретично моделиране, което е важна стъпка в осигуряване на точност на измерванията. И тук ефектът от изследването е потвърден от доброто съвпадение на резултатите от лабораторни и полеви измервания по метода на въртящия се филтър с тези от дискретни методи.

Глава IV отразява изследванията по радиологичните проблеми на радона в България и доказва еднозначно обществената значимост на изследванията на

Д. Пресиянов. В нея е направена оценка на кумулативното облъчване по работните места на главните подземни рудници, работили в периода 1958-1990 г. На базата на тези оценки и анализ на заболяванията е установена статистически значима положителна корелация между полученото облъчване и честотата на бронхиалната дисплазия сред подземните миньори. В тази глава са представени и обобщени резултати от първите проучвания за концентрацията на радон в жилища, проведени в умело идентифицирани “рискови райони” – тези на село Елешница – втори по големина център на урановата промишленост в миналото; в райони от Софийското поле, повлияни от урановата промишленост, и в град Раковски, известен с хронично наблюдавана повишена честота на белодробен рак спрямо средната за страната. В трите района е установено наличие на значима част от сградите (над 50%) със средногодишна концентрация на радон над  $200 \text{ Bq m}^{-3}$ , при средно за жилища около 2%. Тези първи са страната проучвания на радона в сгради, заедно с последващите измервания по разработения от автора поликарбонатен метод, дават солидна обосновка и методологична основа за провеждане в България на систематично национално проучване на радона в сгради.

Глави V-VII, които съставят около половината от дисертацията, са посветени на поликарбонатния метод за измерване на радон, предложен от Д. Пресиянов, в съавторство с изследователи от Университета в Гент, Белгия през 1999 г. Глава V е посветена на концепцията и методологията на този метод, основан на дифузното проникване на радиоактивните благородни газове в поликарбонатни материали и създаването на трекове от алфа-активните им продукти на разпадане. Тази идея, задълбочено и детайлно изследвана от автора в периода 1999-2004 г., е реализирана в практически метод за измерване на концентрацията на радон с помощта на CD/DVD, съхранявани в домовете. Авторът и колективът му изследват влиянието върху точността на резултата от измерването на редица фактори и установяват, че начинът на съхранение на CD/DVD, налягането, влажността, запрашеността, присъствието на  $^{220}\text{Rn}$ , влиянието на лазерната светлина при запис/четене на диска имат минимално влияние върху резултата, докато температурни вариации в диапазона  $2 - 40^\circ$  могат да окажат влияние до  $\pm 30\%$  върху резултата. Идентифицираният проблем е изследван систематично за установяване на корекционни фактори за температура a posteriori. Първото полево сравняване на поликарбонатния метод и традиционния метод с дифузионни камери, направено в 23 сгради в гр. Раковски, показва добра корелация между двата метода.

Очаквано важно място в изследванията на поликарбонатния метод заема разработването на теоретичен модел и решаването на задачата за сорбцията и десорбцията на радиоактивните благородни газове в поликарбонати. Моделът е в основата на разработената от автора опитна постановка за експериментално определяне на дължината на дифузия и коефициента на разпределение, с помощта на която колективът има успешно участие в международно сравнение през 2010 г. Теоретично е изследвано също така формирането на трековия сигнал в поликарбонатния детектор и е моделиран отклика на детектора и неговата

зависимост от условията на ецване. Получени са отлични съвпадения между експерименталните и теоретичните стойности на калибровъчния фактор.

Както самият автор оценява, най-перспективното направление на поликарбонатния метод е за ретроспективни измервания на  $^{222}\text{Rn}$  в сградите, използвайки съхранявани в тях CD/DVD. Успешното решаване на този проблем би било сериозна стъпка в радоновата дозиметрия за целите на епидемиологични проучвания, отчитащи минали облъчвания и риска от рак на белите дробове. Изследването на тази тема е разгледано в глава VI от дисертацията. Представени са подробно етапите на процеса на анализ на диск – изрязване на образец, химическа и електрохимическа обработка, сканиране и компютърно обработване на изображението на следите. Забележителна е способността на автора да обобщи в сравнително малко текст, таблици и фигури експериментални резултати от проучвания в течение на десетилетие. Представен е бюджетът на неопределеността на ретроспективните измервания по поликарбонатния метод. Типичната комбинирана неопределеност на метода е оценена на 26%, падаща до 16% при прилагане на индивидуална калибровка с a posteriori температурна корекция. При неясно датиране на диска и неизвестни температурни условия на съхранение, неопределеността може да нарастне до 60%. Прочитането на дисертацията не ми даде достатъчна ясност как може да се гарантира надежност в датирането на дисковете за ретроспективни измервания.

Поликарбонатният метод е използван от автора и неговия колективен за пилотни проучвания в сгради в София, Варна, Елешница и Бухово, като е показан потенциала му за мащабни проучвания по пощенски път. Показана е добра корелация на измерванията по поликарбонатния метод с получените с дифузионни камери.

В глава VII авторът представя други приложения на поликарбонатния метод, които определя като перспективни – за измервания на  $^{222}\text{Rn}$  във вода (с този метод лабораторията е участвала успешно в международно междулабораторно сравняване, организирано през 2009 г. в САЩ), за комбиниран детектор, в който поликарбонатният абсорбер се използва като радиатор на алфа-частици, регистрирани от външен треков детектор. И в този проблем авторът прилага характерния за него стил на изследване, съчетавайки теоретично моделиране с детайлни лабораторни експерименти, последвани от полеви измервания, когато е необходимо. Много интересно и перспективно приложение е за комбинирано ретроспективно измерване на радон и торон. Този метод би подпомогнал “отсяването” на сгради с повишена концентрация на торон, но с нормална концентрация на радон, което би увеличило отношението ефективност/цена на противорадоновите мерки. Макар и без особен акцент, авторът представя резултати от изпълнената за първи път в България противорадова инсталация по негов проект. В приложение 2 е представена концепцията и резултатите от прилагането на “интегриран подход” към радоновия проблем в девет сгради в рисковите райони, довели до значимо намаляване на концентрациите под референтните нива. Тези “моделни” проекти са от голяма важност за бъдещи подобни решения в рискови сгради.

Дългогодишните изследвания на доц. Пресиянов и неговия колектив по проблемите на измерване на радона и тяхното тясно обвързване с радиологичните

последствия и подходите за тяхното намаляване са перфектна методологична основа за изпълнение на задачите по стартиращата през тази година петгодишна Национална програма за намаляване на въздействието на радон в сгради върху здравето на българското население. Въпреки че не съм участвала в разработването и обсъждането на тази програма, ще препоръчам пълно използване на безценния експертен капацитет на доц. Пресиянов и неговия екип при планирането и изпълнението на задачите по програмата.

Дисертацията се базира на общо 53 публикации, от които 32 в солидни международни списания с IF, в 26 от които доц. Пресиянов е единствен или първи автор. Респектираща е самостоятелната монография на автора от 136 стр., публикувана през 2012 г. от германското издателство Lambert Academic Publishing, както и глави в две монографии, публикувани в САЩ. Повечето от публикациите са в съавторство с колегите му от лабораторията и двамата му докторанти, успешно защитили докторски дисертации по радоновата тематика. По наукометрични данни дисертантът далеч надхвърля препоръчаните критерии на ФзФ на СУ за научната степен “доктор на науките” – той има 210 открити независими цитирания и 78,4 нормирани към един автор; общ импакт фактор 53,06, нормиран към един автор 20,56; индексът на Хирш е 9.

Приемам всички претенции на автора за научни приноси, групирани от него в две направления: осем приноса от методичен характер и пет приноса от приложен характер. Повечето от тях вече съм споменала в рецензията и оценявам високо.

В дисертацията може да се разпознае характерния за доц. Пресиянов стил на критичност и възискателност, този път насочени в още по-голяма степен към самия него. Характерни за изследванията на доц. Пресиянов са иновативността в експерименталните решения, задълбоченото теоретично изследване, където е необходимо, ясна визия за практическите приложения и чувствителност към обществената значимост на научните разработки. Затова и дисертацията има структурата и съдържанието на завършена монография по многообразните аспекти на проблема “радон” и аз бих препоръчала на автора да отпечата този труд. Изключително ценен е синтезиращият и критичен преглед на световната литература по темата и ясно откритият осезаем принос на научните изследвания на автора и неговия колектив.

**В заключение**, отчитайки направения анализ на дисертацията и съответствието с формалните критерии, значимостта на научните приноси за науката и за практиката, както и безспорните качества на ерудиран учен и блестящ преподавател, ценен от своите студенти, напълно убедено ще гласувам за присъждането на доц. д-р Добромир Стефанов Пресиянов на научната степен “доктор по физика”.

14 февруари 2013 г.

Рецензент:

