

# РИСК ЗА ЗЛОКАЧЕСТВЕНО ЗАБОЛЯВАНЕ СРЕД РАБОТНИЦИ ОТ ЯДРЕНАТА ЕНЕРГЕТИКА В БЪЛГАРИЯ

Н. Чобанова

Национален център по радиобиология и радиационна защита – София

**Резюме.** Днес радиационните въздействия (с изключение на радиационните инциденти) са почти изцяло в диапазона на ниските дози и мощности на дозите. Това се отнася и за професионалното облъчване. Съгласно оценките за облъчване на българското население от йонизиращи лъчения годишните индивидуални дози, дължащи се на професионалното облъчване са ниски. В този дозов диапазон са възможни само стохастични ефекти. Подходящ контингент за проучване на възможния рисък от рак, свързан с ниски дози йонизиращи лъчения, са работниците в АЕЦ. Основният здравен ефект, който се очаква, са злокачествените новообразувания. Проучването не показва причинна връзка между диагностицираното злокачествено заболяване и професионалното облъчване. Резултатите показват, че получените дози и мощността на дозите са ниски, типични за работниците от АЕЦ.

**Ключови думи:** рисък, злокачествени новообразувания, професионално облъчване, ядрени работници

**N. Chobanova. IS THERE A RISK FOR CANCER AMONG THE BULGARIAN NPP WORKERS?**

**Summary:** Presently, radiation exposure (except for this in a radiation accident) is almost entirely within the range of low doses and low dose rates. This refers to the occupational exposure, too. According to the ionizing radiation exposure assessments of the Bulgarian population, the annual occupational individual doses are low. In this dose range, there are stochastic effects only. The most appropriate group for studying the possible cancer risk at low dose radiation is this of the nuclear power plant (NPP) workers. The expected health effect is cancer. The present study has not found a causal relationship between cancer and occupational radiation exposure. The results show that the received doses and dose rates are low and typical for the NPP workers.

**Key words:** risk, cancer, occupational exposure, nuclear power plant workers

Йонизиращата радиация е един от най-интензивно изследваните агенти от околната среда, за които е доказан канцерогенен ефект. Ефектите след облъчване с йонизиращи лъчения (ЙЛ) при човека са сравнително добре проучени през втората половина на ХХ в. [4, 18].

Връзката между въздействието на различни фактори за възникване на рак, включително и ЙЛ, се определя въз основа на резултатите от епидемиологични проучвания при контингенти, облъчени с относително високи дози, като пре-

живелите атомната бомбардировка в Хирошима и Нагасаки [16].

Особен интерес представлява продължителното облъчването с ниски дози и мощност на дозата, каквото е професионалното облъчване.

Проведени са редица изследвания за заболяемостта и смъртността сред лица, работещи в среда на йонизиращи лъчения: работници от ядрената индустрия, медицински персонал, уранови миньори, лица, работещи в авиационното производство [15, 17].

За оценка на риска от външно облъчване най-информативни са изследванията на ядрени работници, при които индивидуални оценки на дозите се получават през цялото време чрез индивидуалните дозиметри. Тъй като облъчването е ограничено съгласно Основните норми по радиационна защита [1], то тези изследвания дават директна оценка за риска от облъчване с ниски дози и мощности на дозите и се прави сравнение с оценките, получени от преживелите атомната бомбардирока в Япония, които се използват за стандарт на Основните норми по радиационна защита. Важно е да се отбележи, че индивидуалните дози се натрупват всеки ден, за дълъг период от време.

При облъчване с относително ниски дози са възможни само стохастични ефекти. Множеството данни за по-ниската ефективност на ниските дози спрямо високите (отнесени към единица доза) налагат приемането и на редуциращ фактор за ефективността и мощността на дозата (Dose and Dose Rate Effectiveness Factor, DDREFE) [13]. Приема се DDREFE да е 2. DDREFE зависи от фактори като локализацията (облъчения орган или тъкан), мощността на дозата и др. За свързване на стохастичните ефекти с облъчването се използват величините индивидуална ефективна доза ( $Sv$ ) и колективна ефективна доза (man.  $Sv$ ) [13, 14].

В България здравният мониторинг на лицата, работещи в среда на ионизиращи лъчения (СИЛ), е задължителен от 1966 г. Броят на работещите в СИЛ е представен на таблица 1, като през последните няколко години (2000-2004) е между 10 000 и 12 000. Най-големи контингенти са съсредоточени в София и Софийска област (около 5000 души) и в АЕЦ „Козлодуй“ (около 5000 души). Най-рисковите контингенти са бившите уранови миньори, работниците от зоната със строг режим в АЕЦ „Козлодуй“ и част от работниците в промишлеността (например гама-дефектоскописти) [6].

**Таблица 1. Численост на професионално облъчвани лица, включително в уранодобива**

Година	Численост (хиляди)	Година	Численост (хиляди)
1950	8000	1992	закриване на уранодобива
1960	20 000	2000	14 000
1970	25 000	2002	9100
1980	30 000	2003	10 000
1990	30 000	2004	9900

Облъчването на персонала от АЕЦ се осъществява основно от външно гама-лъчение на радиоактивните вещества, продукти на делене и активация. Вътрешното облъчване на персонала е само няколко процента и се определя от наличието на радиоактивни аерозоли във въздуха на производствените помещения и от нефиксираното радиоактивно замърсяване на работните помещения. Нивото на външно и вътрешно облъчване на персонала в голяма степен зависи от качеството на защитните съоръжения, от организацията на работа (особено при планови ремонти), от състоянието на вентилацията на работните помещения, от спазването на изискванията на зоналната планировка на помещението и прехода от една в друга зона, от постоянно дозиметричен контрол и други елементи на радиационната защита и не на последно място – от квалификацията на персонала и спазването на правилата за безопасност [3, 4, 6, 8].

Повечето от работниците от АЕЦ получават дози, които са малко над естествения радиационен фон от външно гама-облъчване. Дозите се отчитат през целия период на работа в СИЛ. Полученото облъчване е много по-ниско от границите за професионалното облъчване съгласно Основните норми по радиационна защита (100 mSv в продължение на пет последователни години) [1, 2, 6]. Анализът показва устойчива тенденция за намаляване на професионалното облъчване на работещите в АЕЦ. За периода 2000-2005 г. годишната колективна ефективна доза намалява близо два пъти, средната годишна индивидуална ефективна доза на контролираните лица – два и половина пъти [6].

Персоналът на АЕЦ подлежи на динамично медицинско наблюдение. В резултат на нормативно регулираните предварителни и периодични медицински прегледи се осигурява по-добър начален здравен статус и ранно откриване, регистрация и лечение на регистрираните заболявания [5].

Основните принципи на здравния мониторинг на работещите от АЕЦ са разработени от колектив на Националния център по радиобиология и радиационна защита (НЦРРЗ) [2] на базата на натрупаните резултати и използването на съвременните достижения на медицинската наука. В редица публикации [2, 11, 12] аргументирано са посочени рисковите групи работници. Известно е, че при нормално функциониране на АЕЦ основната част (около 70%) от годишната доза персоналът получава по време на ремонтно-презарядните операции. Лицата, които ги из-

вършват, са обект на специализирани медицински прегледи и изследвания.

Имайки предвид, че професионалната експозиция е хронична с ниски дози, евентуалните здравни ефекти имат стохастичен характер. В процеса на дългогодишните изследвания са прилагани различни методични подходи за оценка на здравното състояние на работещите. Получената информация от извършените хематологични, имунологични, цитогенетични и молекуларнобиохимични изследвания позволява да се направи по-задълбочена и разширена оценка на някои ефекти от действието на професионалното облъчване – както на организмо, така и на клетъчно и молекуларно ниво [6, 8].

Специално внимание е отделено на някои групи заболявания поради потенциалната им връзка с радиационното въздействие – левкози. Бе установено, че тяхната честота е съпоставима със средните показатели за страната за периода 1974-1991 [2, 3].

Последният анализ е от януари 1986 до август 2009 г. [9]. За посочения период са диагностицирани общо 182 случая с рак. Не са контролирани – не са включени в системата за индивидуален дозиметричен контрол (ИДК), 92-ма работници. Около 60% от всички работници са мъже.

От всички регистрирани злокачествени заболявания преобладава ракът на стомашно-чревния тракт – 35 случая. Според Международната класификация на болестите МКБ (ICD-10), ревизия – 10, това са рак на хранопровода (c15), рак на стомаха (c16), рак на дебелото черво (c18), рак на правото черво (c19-21). На второ място са ракът на млечната жлеза (c50) и ракът на половата система. 16 са случаите с рак на белия дроб (c33-34). В групата други локализации (33 случая) се имат предвид ракът на щитовидната жлеза (c73), ракът на ларинкса (c32), ракът на устата (c00), ракът на езика (c01-02) и др. Най-честото диагностицирано злокачествено заболяване при жените е ракът на млечната жлеза. Ракът на стомашно-чревния тракт и ракът на белия дроб са най-често регистрираните заболявания при мъжете.

Разпределение на работниците според кумулираната доза (в mSv) за целия трудов стаж, включени в системата за ИДК, с диагностицирано злокачествено заболяване за периода 1986-2009 г., е показано на таблица 2. Около 78% от изследваните работници са кумулирали доза до 50 mSv за целия трудов стаж.

Таблица 2. Разпределение на работниците според кумулираната доза с диагностицирано злокачествено заболяване за периода 1986-2009\*

	Кумулирана доза в mSv			
	< 1	> 1 < 5	> 5 < 50	> 50
Брой работници	20	20	30	20

\*до м. август 2009 г.

Анализът на случаите на ракови заболявания за периода от 1986 до края на месец май 2009 г. [10] не показва причинно-следствена обусловеност, дължаща се на професионалното облъчване. Теоретичната възможност професионалното облъчване да бъде фактор за възникване на радиогенно злокачествено заболяване е от 1 до 6% (за осем случая). При около 90% от всички обследвани лица причинно-следствената връзка е практически е нулева, както и може да се очаква, като се имат предвид ниските стойности на регистрираното професионално облъчване. Това са спонтанно възникнали злокачествени заболявания, които е възможно да се проявят в течение на живота на индивида, независимо от работното му място. Раковите заболявания са късни здравни радиационни ефекти, което означава, че между облъчването и проявата на заболяването изминава определен период от време. Продължителността на този латентен период е различна за различните ракови локализации [17]. Съпоставянето на продължителността на латентните периоди при отделните случаи с латентните периоди за съответните локализации по литературни данни показва, че в по-голямата част от случаите първият е много по-къс. Тази съпоставка дава основание да се оцени участието на професионалното облъчване при разглежданите случаи на ракови заболявания като малко вероятно. Разпределението на злокачествените заболявания по локализации и по пол в изследваната кохорта е в съответствие с разпределението им, характерно за цялата страна [7].

Върху формирането на заболяемостта в АЕЦ оказват влияние и редица вредни нерадиационни фактори, като химическите вещества (в химичен цех), шумът и вибрациите (турбинен цех), нервно-психичното напрежение при част от оперативно-ремонтния персонал и др. Може би поради това има разлики в заболяемостта на персонала за различните цехове [5]. Възможни са и други източници на облъчване, най-често в резултат на медицински диагностични изследвания.

При работещите в АЕЦ са регистрирани като правило ниски нива на професионално облъч-

ване и липса на радиационни аварии, които биха предизвикали преобълчване на работниците [6].

Като цяло здравното състояние на персонала на АЕЦ е много добро и не носи белези на специфична патология. То съответства на условията на труд в Централата и на съобщените в литературата данни за здравното състояние на персонала на други атомни централи в света.

Представеният анализ показва, че лъчезащитните мероприятия в АЕЦ са на едно добро ниво и работниците имат необходимата професионална подготовка по радиационна защита.

### Библиография

1. Агенция за ядрено регулиране. Наредба за основни норми по радиационна защита. В сборник от Нормативни актове по безопасно използване на ядрената енергия, т. II. С. АЯР, 2004, 5-112.
2. Близнаков, В. Медико-биологични проблеми при нормалната експлоатация на енергетични ядрени реактори (АЕЦ) в България, Автодокумент, С., 1997.
3. Василев, Г. и В. Близнаков. Влияние на АЕЦ „Козлодуй“ върху радиоекологията, облъчването и здравното състояние на населението и работещите. С., БалБок, 1994.
4. Василев, Г. Облъчване на българското население с йонизиращи лъчения. Анализ, ретроспекции, прогнози. 1950-2000 г. С., ИК „Въпреки“, 1994.
5. Милчев, А., Ж. Джуннова, К. Негойчева, И. Пеянков и В. Близнаков. III. Зависимост на регистрираните заболявания от професионално облъчване, Юбилеен сборник „Радиобиологични ефекти при професионално облъчване в ядрената енергетика. Анализ на резултатите от здравния монитор на АЕЦ Козлодуй за периода 1974-2008. – НЦРРЗ, София, 2009, 48-53.
6. Национален доклад по радиационна защита в Република България. С., ТИТА Консулт, 2006.
7. Национален раков регистър. Cancer Incidence in Bulgaria, v. X-XVI Oncologia, Suppl., С., Мед. и физ., 1999-2006.
8. Национален център по радиобиология и радиационна защита (НЦРРЗ). 35 години радиационен контрол на АЕЦ Козлодуй. – МЗ, Информационен бюллетин, 3, 2003, 2-49.
9. Нурян, Л. и Н. Чобанова. 33-годишен мониторинг на работници от АЕЦ „Козлодуй“ с регистрирано злокачествено заболяване. Международна конференция „Ядрената енергия за хората“, 11-14 ноември 2009, В. Търново, Сб. Резюме, стр.12.
10. Чобанова, Н., А. Ягова и А. Байракова. Оценка на риска за злокачествено заболяване. Юбилеен сборник „Радиобиологични ефекти при професионално облъчване в ядрената енергетика“, Анализ на резултатите от здравния мониторинг на АЕЦ – Козлодуй за периода 1974-2008г. – НЦРРЗ, София, 2009, 82-87.
11. Bliznakov, V. Influence of NPP "Kozloduy" on the health state of personal and population at a normal operation regime. In: International conference for Kozloduy, Drama, Greece, 1994.
12. Bliznakov, V. Comments on HELES Beta-Version. In: "Database on health and environmental impacts of different energy sources for electricity generation". – IAEA (Ed), J4-TC-733.5, Vienna, 1995.
13. ICRP. Recommendation of the International Commission on Radiological Protection. ICRP, Publ. 60, 1991, Pergamon Press, Oxford.
14. ICRP Publication 103: The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. – Ann. ICRP, 37, 2007, 1-332.
15. National Research Council (NRC). Health risks from exposure to low levels of ionizing radiation. BEIR VII – Phase 2. – 2006, National Academy Press, Washington, DC.
16. Preston, D. et al. Solid cancer incidence in atomic bomb survivors: 1958-1998. – Rad. Res., 168, 2007, 1-64.
17. Russ, A. et al. Radiation workers. In: Health Risks of Ionizing Radiation: An Overview of Epidemiological Studies. The George Perkins Marsh Institute Clark University Worcester (Ed), MA 01610-1477, USA, 2006, 70-89.
18. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). Sources and Effects of Ionizing Radiation. 2000 Report to the General Assembly, with scientific annexes. UN publication E.00.IX.3. UN, New York, 2000.

#### ✉ Адрес за кореспонденция:

Н. Чобанова  
Национален център по радиобиология и радиационна защита  
ул. "Св. Георги Софийски" № 3  
1606 София  
① 0885 71 88 06  
e-mail: n.chobanova@nccrp.org

✉ Постъпил – 29.12.2009 г.