

АВАРИЯТА В ЧЕРНОБИЛ – 30 ГОДИНИ ПО-КЪСНО

Вместо въведение

Аварията в четвъртия блок на Чернобилската ядрена електроцентрала е най-тежката в цялата история на ядрената енергетика (Фигура 1). Историята на ядрената енергетика, разбира се, започва с откритието на Ото Хан и Фриц Щрасман, които установяват, че урановите ядра се делят на две почти равни части, когато биват облъчени с бавни неутрони [1]. Първото приложение от това откритие обаче бе хвърлената от САЩ над Хиросима атомна бомба. Няколко дни след това я последва бомбата над Нагасаки. Тези бомби не бяха участието на „мирния атом“ за благото на човечеството, тъй като сееха смърт и ужас сред японското население, а откритието на Хан и Щрасман нямаше предвид това.



Фигура 1. Снимка на ядрения реактор на четвърти блок на Чернобилската АЕЦ след аварията

Може би затова за участието на „мирния атом“ трябва да се започне с построяването и пускането в действие на първата в света атомна електроцентрала в тогавашния СССР – 27 юни 1954 г. Нейната мощност е само $5 \cdot 10^6$ W, т.е. 5 млн. вата (MW) и е построена недалеч от Москва, в град Обнинск. До скоро (до април 2002 г.) тази електростанция работеше и произвеждаше електрически ток за населението. След това бяха построени голям брой ядрени реактори в много страни по света, които произвеждат водна пара, въртяща турбините, произвеждащи електроенергия. Към днешна дата

Проф. д.х.н. Ивелин Кулев,
Факултет по химия и фармация,
СУ „Св. Климент Охридски“

в света работят 438 енергетични ядрени реактора, които произвеждат електрически ток. Това означава, че днес 11% от общото производство на електроенергия в света се дължи на ядрената енергия (до неотдавна бяха 17%). Тези ядрени реактори са разположени в 31 страни, сред които е и България. Към тях следва да бъдат добавени още известен брой ядрени реактори, които са монтирани на кораби и подводници (около 400 на брой). Към това число трябва да бъдат прибавени и изследователските ядрени реактори – 246 на брой в момента, които работят в 56 страни по света. Сред тях обаче не е България! Следва да се има предвид, че 500 от изследователските ядрени реактори са в позиция на напълно спрени, като някои от тях са вече и остарели и очакват пълното си разграждане. Това вероятно е пълният списък на ядрените реактори към момента в света, тъй като техният брой започна да намалява.

Една от водещите страни в света в строителството на ядрени реактори – Германия, се отказа от използване на ядрената енергия за производство на електроенергия. През 2022 г. последният ядрен реактор в Германия за производство на електроенергия следва да прекрати дейността си. В бъдеще като източник на електроенергия Германия ще разчита на т.нар. *възобновяеми източници на електрически ток*: вятърни генератори, фотоволтаични източници на електричен ток, биологични и други източници на електричен ток.

За аварията в Чернобил

Случилото се на 26 април 1986 г. с четвъртия блок на Чернобилската АЕЦ в Украйна, тогава все още в границите на СССР, действително надминава всички случили се преди и след това аварии с ядрени реактори. Разрушението (Фигура 1) имаше взривен характер, при което реакторът е напълно разрушен и в околното пространство са изхвърлени голяма част от намиращите се в реактора радиоактивни вещества. В основата си тази авария е резултат от неспазване на предписанията за експлоатация на ядрения реактор от страна на екипа от работещи в този момент [2], както и от вложените в реакторите от този тип (РБМК) конструктивни недостатъци. Една от многото причини за аварията е отлагане на планираното изпробване на системите за захранване на реактора с електроенергия. Това изследване е трябвало да бъде проведено от дневната смяна, но отлагането прехвърля тази рутинна за всеки реактор операция върху смяната по обслужване на реактора

през нощта. Тук може би трябва да бъде отбелязано, че този вид реактори (РБМК) е предназначен за добиване на плутоний, необходим за съветските атомни бомби, и попълно е развит за граждански цели и добив на електрическа енергия. Това са така наречените „графитови реактори“, т.е. реактори, в които като забавител на получените в резултат на деленето на ядрата на уран-235 *бързи неутрони* (2,3–2,5 MeV), се използва графит. Охлаждането на реактора се осъществява с обикновена вода, а графитът е материал, който забавя ефективно бързите неутрони, до т.нар. „*топлинни неутрони*“, т.е. неутрони с енергия от 0,025 eV.

Другата възможност е забавителят да бъде тежка вода, т.е. вода, в която в молекулата на водата водородът е заместен с деутерий. Разбира се, подходяща е и обикновената вода. В последния случай обаче е необходимо уранът да бъде обогатен до съдържанието от около 4 % уран-235. (В момента съдържанието на уран-235 в природната изотопна смес на урана е 0,72 %.)

Следва да се има предвид, че ядрените реактори в Козлодуйската електроцентрала са от т.нар. водно-водни реактори (WWR). При тях като забавител на неутроните се използва обикновената вода, която същевременно служи и за охладител. Това ще рече, че при отсъствие на водата като забавител ядреното делене се прекратява, което не се случва с графитовите реактори.

Съветският тип реактори – РБМК, се характеризират с положителен паров коефициент на *реактивност* (безразмерна величина, с която се характеризира поведението на верижната реакция на делене в активната зона на ядрения реактор). Същевременно реактивността зависи от количеството на регулиращите пръти в активната зона, както и от наличието на т.нар. „малки активни зони“ в реактора РБМК. При това регулиращите пръти, които са изградени от бор с връх от графит, се спускат изключително бавно в активната зона (необходими са 18–20 s, за да бъдат спуснати напълно). Всичко това прави изключително трудно управлението на такъв реактор при смяна на режима. Това ще рече, че при преходни режими, т.е. при повишаване на мощността до постигане на максималната мощност или при опити да бъде намалена мощността на работещ реактор, реактивността на реактора може да нарастне много бързо, за което следва да се вземат бързи и адекватни мерки.

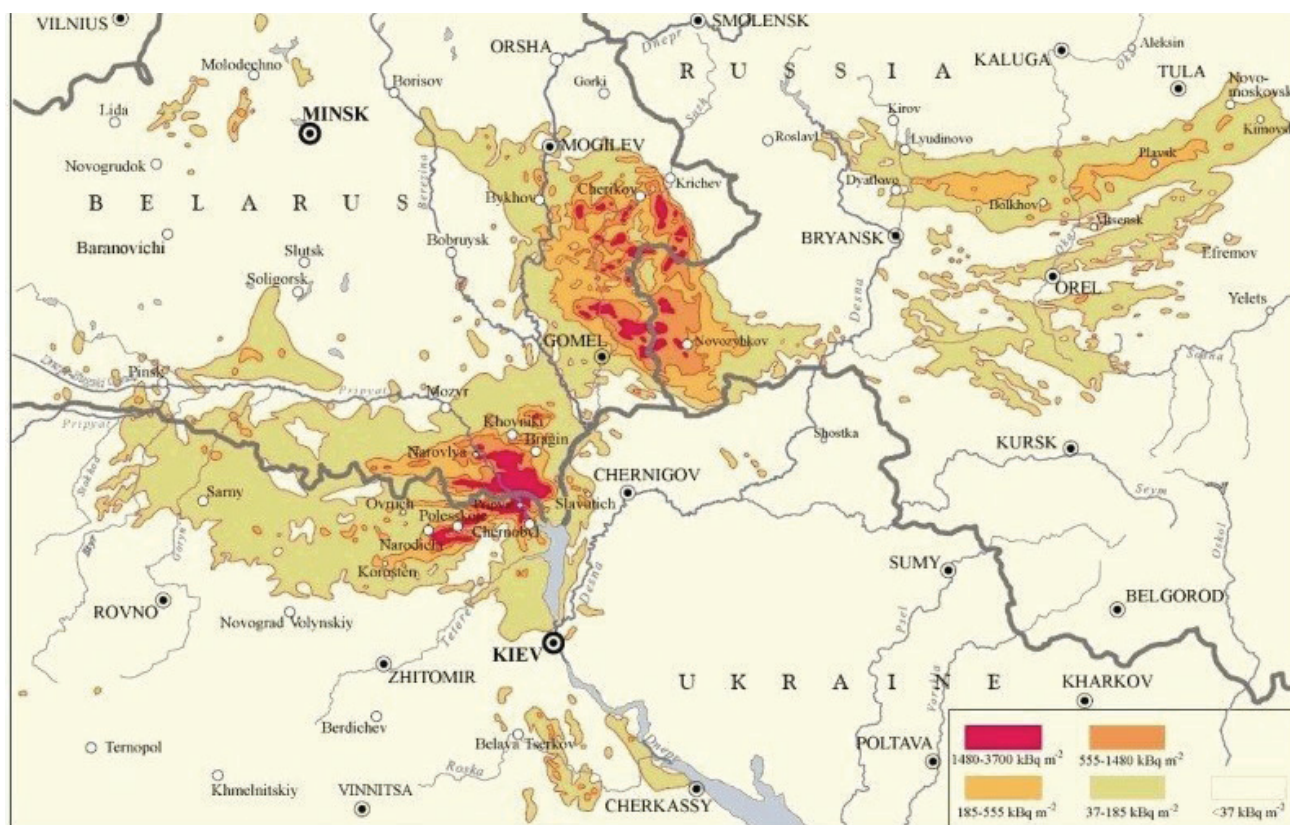
И така, аварията започва по време на тестване на системите на четвъртия ядрен реактор в Чернобил, който се намира на 3 km от град Припят, на 18 km от град Чернобил, а до административната граница с Беларус разстоянието е само 16 km (Фигура 3). Разстоянието до Киев е 110 km в посока юг от реактора. Реакторът е напълно разрушен. Плочата, покриваща реактора и тежаща 1000 тона, е изхвърлена и в природната среда са освободени между 5 и 30 %

от наличните в реактора радиоактивни вещества – изотопи на урана, на плутония ($0,003 \cdot 10^{18}$ Bq), на йод-131 ($1,8 \cdot 10^{18}$ Bq), на цезий-137 ($0,085 \cdot 10^{18}$ Bq), на стронций-90 и на редица други радионуклиди. Сумарната активност на радиоактивните вещества, изхвърлени в околната среда, възлиза на около $14 \cdot 10^{18}$ Bq. Различните радиоактивни материали са разнесени в голяма част от територията на Европа. Това е количество, което представлява около 0,01 от количеството, изхвърлено по време на ядрените опити в атмосферата през 50-те и 60-те години на XX век, но сега това са предимно дългоживеещи радионуклиди. Тези опити са провеждани от САЩ и СССР, които са двете водещи ядрени сили в света.

Взривът в Чернобилския реактор е причинен от разлагане на водата от високата температура, съществуваща в активната зона на ядрения реактор, и образуване на взривоопасната смес от кислород и водород. (Никакъв ядрен реактор не е възможно да се взриви подобно на атомна бомба!)

За овладяване на аварията и последствията от нея са използвани около 600 000 човека, като цената е огромна. По оценки тя възлиза на 18 млрд. рубли! (Една съветска рубла е равна на 0,987412 g злато, въпреки че такава обмяна е била невъзможна.) От взрива и часове след него загиват 31 човека! В първите 3 месеца от аварията други 237 човека преживяват тежестите на лечевата болест в нейните различни степени. За 134 човека обаче това страдание е твърде тежко. В следващите 15 години 80 човека напускат преждевременно нашия свят вследствие на радиоактивните лъчения, погълнати по време на аварията. Броят на пострадалите от аварията хора е трудно да бъде уточнен. На следващия ден от аварията са евакуирани повече от 115 000 човека, а до 2000 г. техният брой надхвърля 300 000 човека. Това са хора от зоните в Украйна, Русия и Беларус, които са замърсени от радионуклиди и активността в тях е от порядъка на 555000 Bq/m² (Фигура 2). Съгласно данните, 60 % от изхвърлените от ядрения реактор радионуклиди са попаднали върху територията на Беларус. За разлика от бомбардировките над Хиросима и Нагасаки, взривът на реактора в Чернобил наподобява по-скоро на „мръсна бомба“. Това означава, че основният поразяващ фактор от взрива е замърсяването с радионуклиди, като на контаминиране са подложени повече от $200\,000$ km². Най-сериозно са пострадали северните райони на Украйна, около 70 % от територията на Беларус и две области на Русия [3].

Хората, заети непосредствено с ликвидиране на последствията от аварията в IV-я реактор на Чернобилската АЕЦ, са получили дози от порядъка на 100 mSv (единицата за измерване на погълнато радиоактивно лъчение е *сиверт* – Sv), въпреки че в някои случаи погълнатата доза достига до 500 Sv. Такава доза от природните източници на лъчение (всяко живо същество на Земята получава



Фигура 2. Карта на района на Чернобил и засегнатите най-близки до него земи с ^{137}Cs .

- *забранена зона* – повече от $1480\text{--}3700 \cdot 10^3 \text{ Bq m}^{-2} \text{ }^{137}\text{Cs}$
- *постоянно контролирана зона* – между $555\text{--}1480 \cdot 10^3 \text{ Bq m}^{-2} \text{ }^{137}\text{Cs}$
- *периодично контролирана зона* – между $185\text{--}555 \cdot 10^3 \text{ Bq m}^{-2} \text{ }^{137}\text{Cs}$
- *неназована зона* – между $37\text{--}185 \cdot 10^3 \text{ Bq m}^{-2} \text{ }^{137}\text{Cs}$
- $< 37 \cdot 10^3 \text{ Bq m}^{-2} \text{ }^{137}\text{Cs}$

2,3–2,4 mSv/годишно), се получава в рамките на около 50 години!) За повече от 16 000 жители, които са евакуирани през 1986 г. от родните си места, получават доза, която надхвърля 50 mSv, а за около 6000 човека тази доза достига 100 mSv. Дозите, получени в годините след катастрофата, се оценяват на 10 до 50 mSv.

По данни на Световната организация за здравеопазване до 2005 г. в резултат на аварията в Чернобилската АЕЦ са загинали около 4000 човека. Същевременно руски източници съобщават, че за времето, изминало от аварията в Чернобил, дози, по-високи от 100 mSv, са получили около 60 000 човека. За последните 20 години от тази група, поради различни причини, са починали 5000 човека.

Общият брой на смъртните случаи от левкемия в резултат на облъчването в Украйна, Беларус и Русия се оценява на 470 случая за всичките 7,1 млн. души, живеещи в засегнатите райони. Това показва, че не е възможно да бъдат отделени тези 470 случая от всичките заболяли от левкемия и завършили

трагично живота си 25 000 човека. От хората, които участват директно в ликвидиране на последствията от аварията в Чернобил, се очакват 200 човека да заболят от левкемия!

За 7-те милиона жители на засегнатите от аварията райони моделът предвижда 6600 човека, които ще завършат преждевременно живота си в резултат на заболявания от ракови образувания в следващите 60 години (30 вече са отминали). Как обаче тези 6600 човека да бъдат отделени от 870 000 случая на рак сред жителите на пострадалите райони?

Особено положение заемат туморите на щитовидната жлеза. Причината е в способността на жлезата да поема йод от храната и водата на човека, а сред изотопната смес на изхвърлените от горящия реактор радиоактивни вещества, йод-131 е с най-висока активност. В периода 1990–1998 г. са регистрирани повече от 4000 случая на ракови заболявания на щитовидната жлеза. Това са сред жители, които към момента на аварията са били

на възраст под 15 години. Като се отчита сравнително голямата рядкост на подобни заболявания у децата, това се счита за резултат от облъчването и поемането на йод-131 по време на аварията. Броят на починалите до 2005 година е 15. Причината е в сравнително доброто лечение на този вид нови образувания. Във всеки случай децата, които по време на аварията са били на възраст до 4 годинки, трябва да бъдат постоянно под лекарско наблюдение. Това са общо около 50 000 души.

Същевременно се съобщава, че в Полша броят на заболелите от ракови образувания на щитовидната жлеза е 9,0 %, докато в Минск това са 9,3 %, но в САЩ – 13 %, в Япония – 28 %, а във Финландия – 35,6 % [4, 5].

За европейските страни този риск се оценява на около 1000 случая на рак на щитовидната жлеза и още около 4000 случая на заболявания, свързани с развитието на нови образувания. Това означава, че около 0,01 % от всички случаи на такива заболявания в Европа са причинени от аварията в Чернобил.

Някои изследвания показват нарастване на случаите на левкемия, както сред хората, заети непосредствено с ликвидиране на последствията от аварията, така и сред хора от населението. Трябва да се спомене това, че тези наблюдения често са противоречиви и статистически недостоверни.

Може би си заслужава да бъде отбелязан и фактът, че в Украйна и Беларус се наблюдава нарастване на патологиите. Наред с това се отбелязва нарастване и на синдрома на Даун. Наблюдава се както повишаване на катарактата, така и на сърдечно-съдовите заболявания, както и общо понижаване на имунитета.

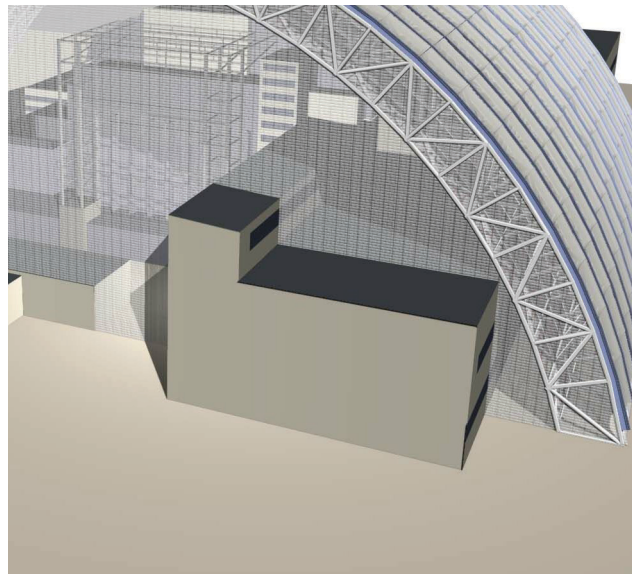
И все пак трябва да се спомене и саркофагът, който е построен около реактора в Чернобилската АЕЦ. Саркофагът съдържа около 200 тона от облъченото ядрено гориво, свежо ядрено гориво и смес



Фигура 3. Снимка на IV-я блок на Чернобилската АЕЦ с построения през 2003 г. саркофаг

от други материали в различни форми (Фигура 3). Общата активност на тези материали се оценява на $7 \cdot 10^{17}$ Вq от дългоживеещи радионуклиди. Започналото разрушаване на саркофага и опасността, която

крие, е трудно предвидима. Ето защо е подготвен нов проект за саркофаг (Фигура 4), чието построяване ще бъде осъществено в следващите години. Той е по-висок от статуята на свободата в Ню Йорк и по-голям от футболно игрище. Цената на новия саркофаг възлиза на 800 000 000 US долара. Накрая, по заповед на президента на Украйна в края



Фигура 4. Проект на новия „саркофаг“ на Чернобилската ядрена електроцентрала, който ще бъде изграден в следващите години.

на 2000 г. бе прекратена работата на Чернобилската АЕЦ.

Аварията в Чернобил и България

За късмет на България в първите дни след аварията в Чернобил изхвърлените от ядрения реактор радионуклиди са отнасяха в северна и северозападна посока. Най-тежко извън Украйна и Беларусия са засегнати страните на Скандинавския полуостров и отделни области от Централна Европа. На 30 април срещу 01 май 1986 г. обаче вятърът се обръща и на Първи май след обяд започва първото нахлуване на радиоактивност и в България. На 02.05.1986 г. във всички проби, набирани тогава от системата на Главното управление по хидрология и метеорология при БАН, е регистрирано силно повишение на радиоактивността [8]. То надхвърля от няколко пъти до няколко хиляди пъти обичайните стойности. След първите измервания дежурната в лабораторията в София уведомява Щаба на Гражданска отбрана. Това е първата информация за радиоактивно замърсяване в България от аварията с реактора в Чернобил.

Върху територията на България се утаяват около 1,5-3,5 kg ядрено гориво или около една хилядна от горивото, изхвърлено извън 20-километровата зона на реактора. Това означава, че около 630 200 g йод-131, рутений-103, рутений-106, барий-140, цезий-137, цезий-134 и други радионуклиди попадат

върху земята на България. При това са налични два максимума – на 01 май и на 09 май 1986 г.

Най-елементарни мерки за намаляване на въздействието на радиоактивността в България биха спестили много от проблемите, които възникнаха след аварията в Чернобил:

а) всички трябваше на поемат хапче, съдържащо калиев йодид;

б) децата не трябваше да играят в пясъчниците;

в) не следваше да се консумира мляко, особено кисело, а млякото трябваше да се преработва на сирене;

г) не трябваше да се чисти с прахосмукачка, а само с мокър парцал;

д) месото следваше да се накисва във вода преди употреба;

е) улиците следваше да се мият редовно.

В България обаче никой не беше спазил тези елементарни правила, поради желанието на правителството да се запази репутацията на СССР. Несвоевременната и лишената от всяка друга оценка официална информация за катастрофата с реактора на Чернобилската АЕЦ породила множество неверни интерпретации. Няколко дни след аварията в Чернобил зам.-министърът на здравеопазването Любомир Шиндеров заяви по телевизията, че за България няма опасност! (През 1991 г. българският независим съд осъди г-н Шиндеров на 2 години затвор). Григор Стоичков (зам.министър-председател) от българския независим съд получи присъда от 3 години лишаване от свобода. Присъдата беше произнесена заради това, че двамата са нарушили правилата за радиационна безопасност, заблуждавайки българското гражданство за размера на опасността от радиоактивно заразяване! Само те ли?

В дните между първи и десети май 1986 г., когато в България нахлува радиоактивността от Чернобил, радиоактивността на атмосферния въздух е в рамките на 30 до 160 Bq m⁻³ [9].

Поради твърде краткия период на полуразпадане на йод-131, в България бе регистрирано присъствието му в някои хранителни продукти и обекти от околната среда по време на измерванията на неговото съдържание по време на аварията в Чернобил. Например в краве мляко стойностите за йод-131 достигат 1110 Bq/l, като за максимални стойности се отбелязват 2100 Bq/l [8, 10]. По това време за овчето мляко от някои райони на страната са измерени стойности, достигащи до 35 700 Bq/l, докато съдържанието на цезий-134 в краве мляко от Софийския район достига до 310 Bq/l.

Въз основа на измерванията е изготвена карта на България с разпределение на активността на цезий-134 и цезий-137. От нея се вижда, че максимумът на отлагането на цезий-137 достига до 81 800 Bq/m², а осредненото количество е 30 400 Bq/m².

Концентрациите на цезий-137 във водите на р. Дунав днес са толкова ниски, че не е възможно

да се определят чрез използване на проби от 20 до 40 литра, а е необходимо да бъдат вземани проби от 100 до 200 литра. Все пак са регистрирани нива от 0,1 до 1 mBq/l, които, съпоставяйки ги с нивата от 1972–1974, т.е. преди пускане на реактора в Козлодуй, са от 4 до 10 пъти по-ниски [11, 238].

Вследствие на аварията в Чернобил количеството на цезий-137 в Черно море възлиза на около 20 пъти повече от измерванията преди Чернобил – 15 Bq/m³ до 340 Bq/m³, докато океанската вода за 100 литра има активност от 142 Bq/m² [4–7].

По случай 10 години от аварията в Чернобил на симпозиума през април 1996 г. във Виена е изнесен доклад за пораженията, понесени от България. Според него общото средно индивидуално облъчване през първата година е оценено на 0,79 mSv, а за целия живот – 0,95 mSv (ефективна доза). Приносите на трите основни фактора – външно облъчване, вътрешно от йод-131 и вътрешно от цезий-137 и цезий-134, са почти изравнени. При децата общото облъчване е с около 35 % по-високо, отколкото при възрастните.

Дозата, която е получена от населението на България в резултат на аварията в Чернобил, възлиза на около 0,8–0,9 mSv, т.е. на около една трета от дозата, която се получава от естествения радиационен фон.

Това много ли е или е незначително?

При такова замърсяване с радионуклиди, което превишава фоновата стойност с около една трета, е трудно да се правят някакви оценки за заболяемост на населението! Резултатът обаче е слух, в който всеки смъртен случай в периода след аварията в Чернобил се приписва на него. Това е особено валидно за младите хора, които са напуснали преждевременно нашия свят. Може би в противовес на това трябва да кажа, че оценката за ефекта от замърсяването с радионуклиди от Чернобилската АЕЦ е твърде преувеличена. При население от малко повече от 7 млн. човека важат законите за големите числа и с достоверност може да се предвиди приблизителният брой на заболяванията в България. Знаят се колко са, но не могат да се кажат точно кои са! Като се знае, че рискът за възникване на злокачествено заболяване от такава ниска доза (0,9 mSv) е приблизително равна на риска за злокачествено заболяване вследствие на изпушването на около една трета от цигара, е трудно да се предвиди общият брой на пострадалите. **Ето защо индивидуалният риск е пренебрежимо малък!** Прогнозираните късни стохастични ефекти – заболяванията от рак възлизат общо на 470 случая, от които случаите на фатален рак, т.е. такива, които завършват с летален край, са 363. При това се очаква те да се проявят през период, равен на средната продължителност на живота на едно поколение. Като се има предвид, че понастоящем в България случаите на фатален рак са около 16 000 годишно, то вероятните 363 случая,

индуцирани вследствие на замърсяването от Чернобил, е твърде трудно да бъдат статистически изявени.

В резултат от липсата на своевременна информация и каквито и да са мерки за предпазване на населението на България от радиоактивността на Чернобилската АЕЦ, се разви втори ефект от тази радиоактивност. Това бе наличието на цезий-137 в консумираното месо в България през пролетта на 1987 г. Съветите, дадени от хората, които се бяха посветили на изследване на действието на последствията от радиоактивността, не бяха взети предвид. Правителството на България не последва тези съвети, а те бяха съвсем прости:

1. Трябваше да не се дава сено от първата коситба на тревата на животните, предвидени да бъдат заколени през 1987 г.

2. На тези животни беше необходимо към храната да се дава допълнително и известно количество зоолити. (Такова количество има във всяка животновъдна ферма и беше необходимо просто животновъдите да добавят по една лопата зоолити към храната на животните).

3. Необходимо беше да се пренесе сено от Северна България, която бе пострадала значително по-малко от радиоактивността, в Южна България.

Всичко това гарантираше липсата на поява на втори максимум в радиоактивността на месото, консумирано от населението. Тези мерки обаче не бяха въведени! В резултат на това, въпреки че страната се намираше на XI-то място по количество на радионуклиди, попаднали върху нейната територия, българите се оказаха на първо място по количество на радионуклидите, съдържащо се в техните тела!

И така, аварията в Чернобилската АЕЦ намира известно отражение и в България. То не съответства на онова, което се описва в множество статии, публикувани на страниците на редица вестници и списания, но поведението на тогавашното правителство трудно може да бъде оправдано. И в бъдеще ще очакваме някои от нашите близки да се разделят със света, който ние обитаваме, но не трябва да приписваме всяка подобна раздяла със случилото се в Чернобил! Въпреки това, аварията с Чернобилската АЕЦ ще си остане най-тежката в историята на ядрената енергетика, която се е случила по пътя за овладяване на силата на атомното ядро. Да се надяваме, че това няма да се случи повече!

Литература

1. Hahn, O. Strassmann, F. Über den Nachweis und das Verhalten der bei der Bestrahlung des Urans mittels Neutronen entstehenden Erdalkalimetalle. *Die Naturwissenschaften*, 27, 11. doi:10.1007/BF01488241, 1939.
2. Абагян, А. А. и др. Информация об аварии на Чернобыльской АЭС и её последствиях, подготовленная для МАГАТЭ. //Атомная энергия, 61, (5), 1986, с. 301-320.
3. Израэль, Ю. А., Вакуловский С. М., Ветров В. А., Ровинский Ф. Я. Чернобыль: Радиоактивное загрязнение природных сред. Гидрометеиздат, Ленинград, 1990.
4. Buesseler, K.O. Chernobyl: Oceanographic studies in the Black Sea. *Oceanus*, 30, 1987, p. 23-30.
5. Buesseler, K.O. et al. Chernobyl radionuclides in a Black Sea sediment trap. //Nature, 329, (29), 1987, p. 825-828.
6. Buesseler, K.O., Caso, S. A., Hartman, M. C., Livingston, H.D. Determination of fission-products and actinides in the Black sea following the Chernobyl accident. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 138, (1), 1990, 33-47.
7. Livingston, H.D., Clarke, W.R., Honjo, S., Izdar, E., Konuk, T., Degens, E., Ittekkot, V. Chernobyl fall out studies in the Black Sea and other ocean areas. In: *Environmental Measurements Laboratory: A compendium of the Environmental Measurements Laboratory's research projects related to the Chernobyl nuclear accident: October 1, 1986. Report No. EML-460. U.S. Department of Energy, New York, NY*, p. 214-223.
8. Бончев, Цв., Манджуков, И., Манушев, Б. Истината за Чернобилските замърсявания в България. Унив. изд. „Кл. Охридски“, София, 1990.
9. Pourchet, M., Veltchev, K. and Candaudap, F. Spatial distribution of Chernobyl contamination over Bulgaria. *International Symposium OM2: Observation of the Mountain Environment in Europe, Borovets (Bulgaria), October 15-17, 1997.*
10. Цветков, Цв. и др. Двадесет години след аварията в Чернобил. Отражение върху земеделското производство. Опитът на аграрната наука в преодоляване на последствията. ДиМакс. София, 2006.
11. Попов, Л., Кулев, И. Техногенни радионуклиди в околната среда. Произход, методи за изолиране и определяне. Ciela, София, 2008.

THE ACCIDENT IN CHERNOBYL – 30 YEARS AFTER

Ivelin Kuleff

Abstract

In the present paper is presented some of the reason of the accident happened in Chernobyl. It is also given some explanation of different concept in the reactor building. There are presented also the results of different illness causal from the accident in Chernobyl. There is presented also the situation in Bulgaria and the misbehaviour of the government in that time.