



За Чернобилската авария тридесет години по-късно

Венцислав Янков

Експериментът трябва да провери дали в случай на прекъсване на токозахранването забавящите въртенето си турбина и генератор могат да осигурят, и за колко време, електроенергия за захранване на циркуляционните помпи, охлаждащи с обикновена вода реактора. Експериментът трябва да започне при топлинна мощност от 1000 MW, която е около една трета от номиналната 3200 MW. Подобни планови експерименти не са практикувани на оперативния персонал и са честа практика в различни АЕЦ. Поради пропуски и грешки на операторите мощността спада само до 30 MW, при което експериментът е трябвало да бъде прекратен и реакторът спрян.

Оперативният персонал прави прибързани опити да изведе реактора на необходимата мощност, за да бъде проведен планираният експеримент. От активната зона са извлечени контролиращите пръти, като са оставени само 8 при технологичен минимум от 30. Мощността е повишена до 200 MW, при вече много ниско налягане на

Докато си спяхме спокойно през нощта на 25 срещу 26 април 1986 г., в четвърти блок на Чернобилската атомна електроцентрала (АЕЦ) трескаво се подготвя експеримент, преди блок № 4 да бъде изключен за планов ремонт.

парата, необходима за турбинния блок. Взето е решение за продължаване на експеримента, като е изключена автоматичната система за регулиране, която при създадите се експлоатационни условия би трябвало да спре реактора.

Следват още две фатални грешки, практически всички регулиращи пръти са извлечени от активната зона и е намален потокът на охлаждащата вода. Започва бързо неконтролируемо повишение на мощността на реактора. Трагичните събития се развиват много бързо. Спускането на регулиращите пръти в активната зона е невъзможно поради деформация на каналите, в които те се движат. Счита се, че малко преди взрива, може би за секунди, реакторът е работил на мощност няколкостотин пъти превишаваща номиналната.

В 1 часа и 23 минути две следващи една след друга експлозии разрушават напълно реактора. Трябва да уточним, че експлозиите не са ядрени, както често погрешно ги определят. Първият взрив е парен, следващият вероятно е водороден от разлага-

щата се при високата температура вода. На място загиват двама души, един – от взривовите и един – от топлинни изгаряния. Около 400 души, пожарникари и аварийни работници, са хвърлени за потушаване на пожара, който до сутринта е овладян в общи линии. Остра лъчева болест развиват 134 души. От тях в първите месеци след аварията почиват 28, а в периода от 1987 до 2000 г. още 11 души. Без съмнение Чернобилската авария е най-тежката известна ядрена катастрофа.



Две въздушни снимки на разрушения четвърти блок на Чернобилската АЕЦ. Черно-бялата е направена дни след аварията и показва горящия реактор. Цветната снимка е направена по-късно след пълното потушаването на пожара

Прието е тези аварии да се класифицират по осемстепенната (от ниво 0 до 7) скала INES (International Nuclear Event Scale). За ниво 7 – Крупна авария, е характерно разрушаване на активната зона на реактора

и изхвърляне на значителна част от радиоактивните материали, активност на лесно летливия изотоп ^{131}I над 10^{17} Вq (бекерела), трансгранични замърсявания, възможни остри здравни ефекти при големи контингенти, налага се изпълнението на пълния обем от предвидените лъчезащитни действия. Според някои оценки към това ниво спада и аварията в японската АЕЦ Фукушима-1 от 11 март 2011 г. Според други оценки тя е от ниво 6 – Сериозна авария с изхвърляне на ^{131}I от 10^{15} до 10^{16} Вq и не толкова тежки радиоекологични последици. Към ниво 6 е отнесена и Кыйщъмската (Кыштым) авария в Южен Урал, бивш СССР от 1957 г. Аварията възниква в секретен завод за преработка на отработено ядрено гориво с цел извличане на плутоний за военни цели и е останала засекретена повече от тридесет години. Към ниво 5 – Авария с риск извън площадката, попада реакторната авария в Уиндскейл, Великобритания, през 1957 г., и тази в АЕЦ „Островът 3 мили“, САЩ от 1979 г. При ниво 0 отклоненията са минимални и не водят до съществено нарушаване на експлоатационните условия и режими на ядрените съоръжения.

Както вече споменахме, Кыйщъмската авария от 1957 г. е разсекретена едва през деветдесетте години. Характерна особеност на тоталитарните режими беше прикриването на възникнали социални и политически напрежения, информационно „затъмнение“, свързано със сериозни транспортни и промишлени аварии, често с десетки, дори стотици загинали, омаловажаване на някои станали известни неуспехи и пропагандно „раздухване“ на успехи със съмнителна значимост. Случаят с Чернобилската авария е точно такъв. В официоза на Българската комунистическа партия, вестник „Работническо дело“, на последната страница в рубриката Съобщения на ТАСС, на няколко квадратни сантиметра се появи съобщение за авария в Чернобилската АЕЦ, без сериозна опасност за персонала и населението, и толкова. В първия ден след аварията ветровете обаче духат в севе-

розападна посока и през територията на бившите републики на СССР радиоактивните отлагания извън територията на Русия попадат първо на Скандинавския полуостров. В шведската АЕЦ „Форсмаркт“ е открито радиоактивно замърсяване, за което след проверки е установено, че има трансграничен произход. Ядрената авария, вероятно в европейската територия на Русия, вече не е тайна, но мълчанието продължава. Ако Къйшъймската авария е била потулена, защото ветровете са духали на североизток и радиоактивните отлагания са били на територията на Русия (освен това не е съществувал сателитният шпионаж), Чернобилската авария повече не може да бъде прикривана. Според непотвърдени данни възникнал тежък проблем на територията на Украйна е бил засечен от разузнавателен сателит още в ранните часове на 26 април по стотици пъти повишеното електромагнитно излъчване и натоварването на телефонните линии между Киев и Москва. По подобен начин е било забелязано забавеното съобщение за кончината на дългогодишния държавен и политически ръководител на СССР Леонид Брежнев (10.11.1982). В широкия западен печат в първите дни на месец май са публикувани сателитни снимки, показващи територията на Чернобилската АЕЦ и аварийния реакторен блок № 4. На снимката ясно се виждат две червени точки. Дясната е горящият реактор. Останалите три реактора са разположени вдясно от аварийния и понеже са изключени, не се виждат. Вляво се вижда още една светеща в червено точка, която, както с черен хумор в оригиналния текст се отбелязва, „не е от втори горящ реактор“, а от топлостанцията на АЕЦ и градчето Припят. Сравняването на яркостта на двата обекта показва, че остатъчното енергоотделяне на аварийния реактор е около 50 – 100 MW. От реактора наголу и наляво (маркирана с червена стрелка) в посока югозапад, т. е. към нашата страна, ясно се наблюдава черна гимна следа.

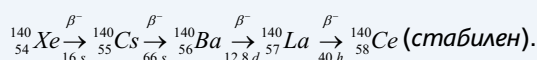
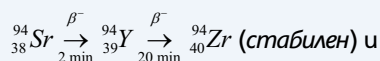
Аварираният „Реактор большой мощности кипящий“ (РБМК) е един от многото типове ядрени енергийни реактори, работещи в АЕЦ. Топлинната му мощност е 3200 MW, а електрическата 1000 MW. Последната буква К често в специалната литература се обяснява с реактор от канален тип. Активната зона (1) с диаметър 11,8 м и височина 7 м е изградена от графитни призми, в които със стъпка 25 см са прокарани голям брой канали с тръби от циркониево-ниобиева (2,5 %) сплав, в които се намират касетите с ядрено гориво, изработени отново от циркониево-ниобиева (1 %) сплав. В обичайния вариант ядреното гориво е около 180 т нискообогатен, около 1,1 % ^{235}U уранов диоксид. По входящи тръби от неръждаема стомана (2) и изходящи (3) реакторът се охлажда с лека вода, движена от циркулационните помпи (6). В горната част на каналите водата кипи, като се получава паро-водна смес, постъпваща в барабанны сепаратори (5). Те на центробежен принцип отделят водните капки, които се връщат отново в охлаждащата реактора система, а презрялата до 280 °C пара се насочва към турбинния цех. Каналите могат да се затварят поотделно, така че презареждащата машина (4) може, без да



Сателитна снимка от височина 735 км, показваща територията на Чернобилската АЕЦ, направена от разузнавателен спътник няколко дни след аварията, вероятно на 29 април 1986 г.

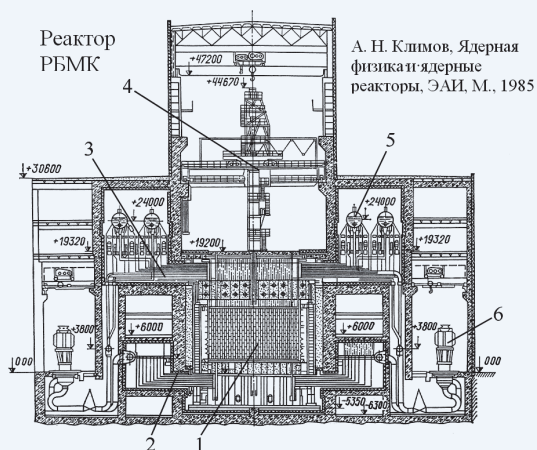
се спира реактора, да размества или извлича отработени касети или да зарежда нови, конструкционна възможност, която отсъства при други ядрени енергийни системи.

Да споменем най-важните неща. При поглъщане на неутрон ядрата на ^{235}U претърпяват принудено делене $^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{236}_{92}\text{U}^* \rightarrow {}^{94}_{38}\text{Sr} + {}^{140}_{54}\text{Xe} + 2{}_0^1\text{n}$. Тази ядрена реакция на делене е само една от около тридесет различни възможни реакции. Всички продукти на делене (около 60) се оказват неутронно излишни ядра, които проявяват β^- – радиоактивност и след поредица от β^- – разпадания достигат до стабилни нуклиди. За конкретната реакция протичат веригите:



Ако около шестдесетте фрагмента на делене претърпят средно по три разпадания, с получаването и на някои допълнителни нуклиди общият брой на различните радиоактивни нуклиди, натрупващи се в отработеното ядрено гориво, достига около 200. При всеки елементарен акт на делене отделената енергия е около 200 MeV, която е много милиони пъти по-висока от отделящата се например при горене на въглища в ТЕЦ. Получават се и два или три (средно

2,4) свободни неутрона ${}_0^1\text{n}$, които с известни загуби отиват за поддържане на верижната реакция на делене. Почти 99 % от урана в ядреното гориво е изотопът $^{238}_{92}\text{U}$, от който след залавяне на неутрони се произвеждат различни нуклиди на трансурановите елементи: нептуний, плутоний, америций и кюрий. Изотопите са сравнително дългоживеещи, като най-дългоживеещият, важен



Напречен разрез на реактор РБМК 1000. 1 – активна зона на реактора, 2 – входящи и 3 – изходящи тръби на охлаждащата система, 4 – презареждаща машина, 5 – барабани сепаратори на пара и 6 – циркуляционни помпи

за военната индустрия, е плутоний $^{239}_{94}\text{Pu}$ с период на полуразпадане 24 000 години. Всички проявяват основно α -радиоактивност.

Като съществен недостатък на реакторите РБМК в специалната литература се посочва положителният мощностен коефициент на реактивност при ниски мощности, под 300 MW. На по-разбираем език това означава, че при повишаване на температурата на топлоносителя (водата) мощността на реактора нараства. В противоположния случай с отрицателен коефициент, който е за предпочитане, реак-

торната система проявява ефект на саморегулиране, понеже мощността намалява. Именно тази особеност, свързана с контрола и управлението на РБМК реакторите на ниска мощност, е основната причина, довела до аварията при провеждания експеримент, за който вече говорихме в началото.

Мащабите на аварията са огромни. В напълно разрушения реакторен блок пожарът възниква отново на няколко пъти с променлива сила. Между 27 април и 10 май военни хеликоптери извършват около 1800 полета и засипват с неособено висока точност ак-

тивната зона с около пет хиляди тона материали, включващи олово, пясък и глина, доломит, натриев фосфат, борна киселина и полимерни течни материали. Целта е да не се допусне ново протичане на верижна ядрена реакция на делене и енергоотделяне, което при условията на разрушен ядрен реактор е малко вероятно. Разтопеният материал от активната зона, смесен с разтопени метални части от конструкцията и разтопени строителни материали от биологичната защита (бетон), наречен **кориум**, като лава се стича в подреакторното пространство. До популярния сценарий от киноизкуството, наречен „китайски синдром“, не се стига по-неже кориумът, около 400 т, бързо се охлажда и втвърдява. По различни оценки обаче мощните топлинни потоци издигат високо в атмосферата от 30 до 50 т от този материал и при условия на променлива метеорологична обстановка ги разнасят над цяла Европа и света. В ликвидацията на аварията вземат участие военни части и техника, включващи стотици хиляди „ликвидатори“, с размерите на военно съединение от група армии. Евакуирани са по различни оценки между 120 и 140 хиляди жители. В силно замърсените с радиоактивни отлагания територии попадат 5 – 6 милиона жители. Ликвидационните мероприятия продължават и до днес. Финансовата оценка на мащабната операция достига 200 милиарда долара. Последните числени стойности показват, че ако това се случи на страна като нашата, това би било равносилно на държавна катастрофа.

Няма да се спираме на сложната радиационна обстановка, която възниква след аварията в силно замърсените райони на териториите на Украйна, Белорусия и Русия.

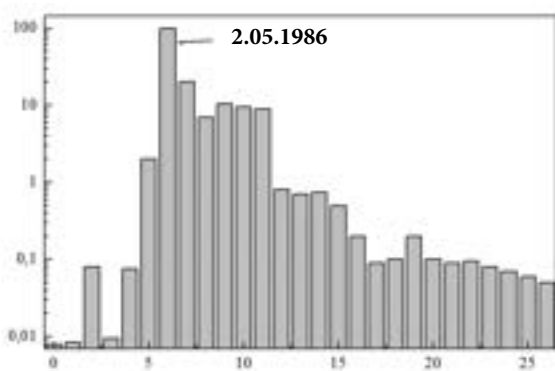
Ще обсъдим обстановката в нашата страна. Трансграничното радиоактивно замърсяване е забелязано с един изненадващ пик на 28.04.1986. Максимумът е достигнат на 2.05.1986 г. Със системен мониторинг на радиационната обстановка, при липса на точна информация за мащабите на аварията, продължителността и динамиката на изхвърлянето на радиоактивни материали и техния

вид, се заемат редица ведомства: Главно управление по хидрология и метеорология при БАН, Селскостопанска академия, Гражданска отбрана, Министерство на здравеопазването, Министерство на отбраната, Софийският университет и др. На 4.05.1986 г. е назначена Правителствена комисия за оценка на обстановката и защита, която работи до средата на 1987 г. Комисията е представила 18 доклада, съдържащи над 100 конкретни препоръки. Като цяло оценката за работата на комисията е положителна и в пълно съответствие с работата на други комисии от засегнатите страни като Австрия, Германия и Унгария. Комисията прави препоръки за незабавни действия, някои много прости, като например да не се излиза на открито, да не се проветрява, да се чисти по влажния способ, за да се избегнат вдигането и вдишването на прах, да се ограничи консумацията на редица храни и много други, които за съжаление не бяха широко огласени и спазвани от населението. Съществена работа на комисията е свързана с въвеждането на временни аварийни норми за пределно допустимо радиоактивно замърсяване на редица храни.

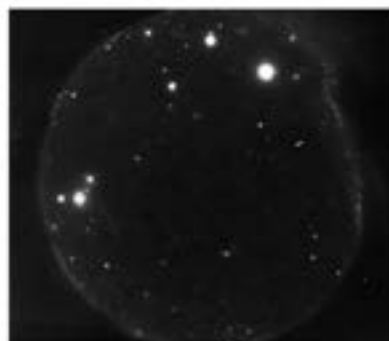
Има един проверен пример, че вземането на прости личезащитни мерки е било много ефективно и е предпазило успешно един много голям контингент от млади хора – българската армия. Поради командната структура и със заповеди на министъра на отбраната арм. ген. Добри Джурев са взети много от въпросните радиобиологични мерки. Изследвания показваха, че войсковият контингент по редица показатели дава два до три пъти по-ниски концентрации, например на радиоактивен йод в щитовидната жлеза в сравнение с цивилния контингент.

Без да влизаме в детайли, ще отбележим, че най-съществените замърсители се оказват радионуклидите: рутений 103 и 106, йод 131, телур 132, цезий 134 и 137, които основно формират т.нар. хомогенно радиоактивно замърсяване. Тези елементи са химически по-активни, образуват водоразтворими съединения и по-лесно мигрират в околната среда. На въздушния филтър от снимката

Средна стойност на общата бета-
радиоактивност във въздуха, Вq/m³



Дни след ден „нула“ на Чернобилската авария 26.04.1986

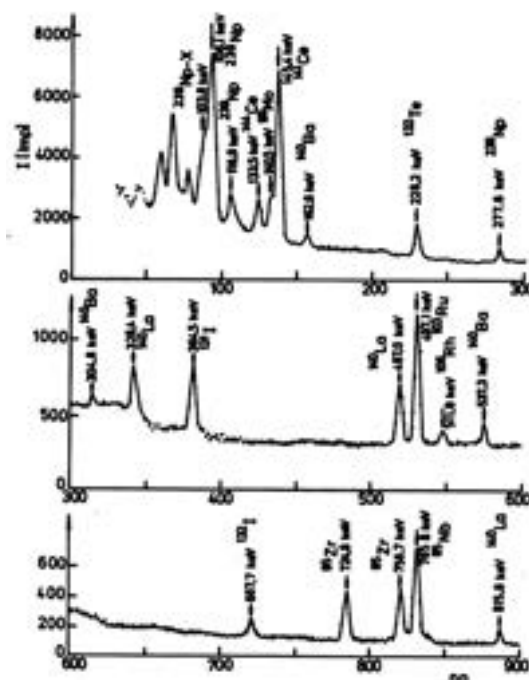


3.05.1986, София

Осреднени по пет национални пункта данни за общата бета-активност на въздуха в България след Чернобилската авария. Хистограмата е представителна за територията на цялата страна. За същия период от време в отделните градове се наблюдават силни осцилации; (дясно) Авторадиограма, получени от въздушен филтър. Светещите точки са от т. нар. горещи частици, твърди частици от разпръснато ядрено гориво с много висока специфична активност. Размерите им, определени със сканиращ електронен микроскоп, са от няколко микрометра до части от микрона. Източник: Резултати изследований радиационной обстановки в НР Болгарии после аварии на Чернобыльской АЭС, Комитет по использованию атомной энергии в мирных целях, НРБ. С., 1986; Бончев, Цв., Ив. Манджуков, Б. Манушев. Истината за чернобилските замърсявания в България. София: Университетско издателство „Климент Охридски“, 1990

Вдясно те формират почти равномерния общ светещ фон. Втора група радионуклиди: стронций 90, цирконий 95, ниобий 95, барий 240, лантан 240, церий 141 и 144, присъстват почти изключително под формата на „горещи частици“. На снимката вдясно те се наблюдават като светещи точки. Истинските им размери обаче са само части от микрона – до няколко микрометра.

За читателите, запознати по-добре с гама-спектроскопията с полупроводников детектор, е представен спектър на „гореща частица“, „заловена“ на 2.05.1986 г. Измерването е проведено на 4.05.1986. Частицата спада към групата на „стандартните“ и има сложен радионуклиден състав. В условията на висока температура, при горенето на графита в активната зона на реактора протичат сложни процеси на фракциониране, които водят до получаването и на частици, в които доминират два и даже само един радионуклид, наречени моноелементни. Техният гама-спектър, разбира се, съществено се опростява. По отношение на активността частицата дава сравнително ниска стойност от 352 Вq, най-високата измерена от нас беше 6000 Вq. Бивш наш колега „залови“ на територията на гръцкия



Гама-спектър на „гореща частица“ № 29, получен на 4.05.1986 г. Източник: Резултати изследований радиационной обстановки в НР Болгарии после аварии на Чернобыльской АЭС, Комитет по использованию атомной энергии в мирных целях, НРБ. С., 1986

център за ядрени изследвания „Демокритос“ частица с рекордната активност от 40 000 Вq.

Радионуклиден състав на „гореща частица“ № 29, измерен на 4.05.1986 г. Указани са радионуклидите, техните периоди на полуразпадане $T_{1/2}$ в дни, абсолютната активност в Вq и относителната активност в %

Радионуклид	$T_{1/2}$ [d]	Активност [Вq]	Парциална активност [%]
^{95}Zr	64	58	16.5
^{95}Nb	35	59	16.8
^{99}Mo	2.75	6	1.7
^{103}Ru	39.5	46	13.1
$^{106}\text{Ru} + ^{106}\text{Rh}$	371.6	10	2.8
^{131}I	8.02	12	3.4
$^{132}\text{Te} + ^{132}\text{I}$	3.26	10	2.8
$^{140}\text{Ba} + ^{140}\text{La}$	12.8	40	11.4
^{141}Ce	32.2	37	10.5
^{144}Ce	284.9	35	9.9
^{239}Np	2.36	39	11.1
Обща активност 352			100

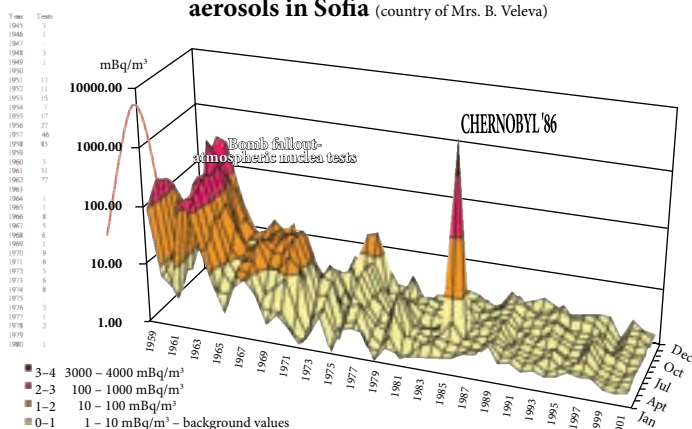
Източник: Резултати изследований радиационной обстановки в НР Болгарии после аварии на Чернобы-

льской АЭС, Комитет по использованию атомной энергии в мирных целях, НРБ. С., 1986.

Често се задава въпросът: „Това ли е първото и последното радиоактивно замърсяване, възникнало на територията на нашата страна?“. На схемата по-долу са представени обобщени данни за дълъг период от време, покриващ и периода на интензивни тестове на ядрено оръжие, провеждани в атмосферата. До тяхното окончателно прекратяване през около 1980 г. радиационната обстановка в България е изключително динамична. Вярно е, че радионуклидният състав на замърсяването от ядрените тестове е по-различен от този при реакторни ядрени аварии. Основната причина за това е практически мигновената експлозия на атомните бомби в сравнение с една около двегодишна експлоатационна кампания на аварирания блок на Чернобилската АЕЦ. Специалистите обаче са на мнение, че в голям мащаб и дълготрайно отношение за здравето на населението разликите не са толкова големи. И преди, и сега се откриват двата основни фактора – хомогенно радиоактивно замърсяване и „горещи частици“, но сравняването на отложените активности показва, че замърсяването вслед-

Данни за общата бета-радиоактивност на атмосферните аерозоли във въздуха на София. Четиридесетгодишният интервал покрива и интервала от време с интензивни ядрени опити в атмосферата. Таблицата вляво показва годишния брой само на обявените ядрени тестове, проведени в атмосферата. На фигурата добре се очертават максимуми, около 1958 г. свързан с интензивни изпитания в Съединените щати, около 1962 г. в тогавашния СССР, около 1969 г. от Англия и Франция и по-късно около 1977 в Китай. Чернобилският пик е много добре очертан. Благодарности на г-жа Благорода Велева

Gross beta radioactivity of the atmospheric aerosols in Sofia (country of Mrs. B. Veleva)



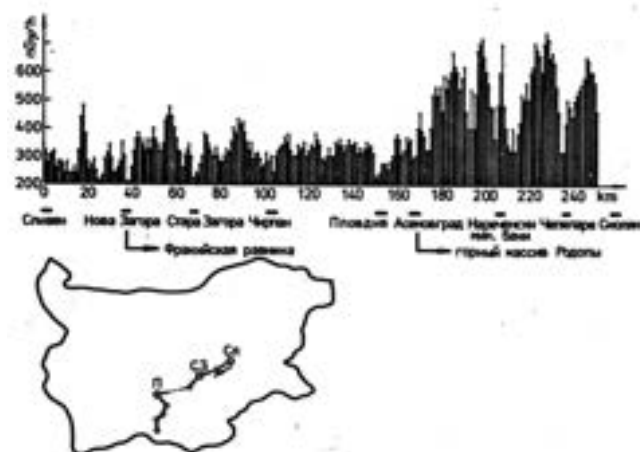
ствие на ядрените опити в атмосферата е около 40 пъти по-мощно и продължително. Оставам на любознателния читател разсъжденията около здравните ефекти от едното и от другото замърсяване. Трябва да се добавят и дългите скрити, латентни периоди от над 20 години за развитието на много от злокачествените заболявания, за да се усложни още малко картината и да се констатира невъзможността пораженията от единия тип замърсяване да бъдат еднозначно отделени от другия.

Малко по-конкретно за последствията в нашата страна. **Радиоактивността на въздуха** нарасна десет хиляди пъти, но към края на месец май концентрацията на техногенни радионуклиди във въздуха превишаваше само десет пъти фоновата, а през септември, октомври стойностите бяха съизмерими с тези отпреди аварията.

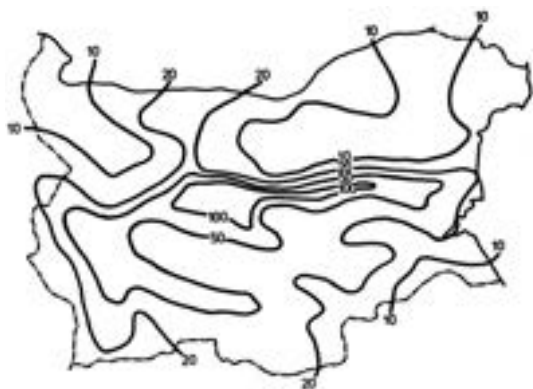
Атмосферните отлагания поради много различната валежна обстановка в страната се различават силно и имат „петнист“ характер. За страната средното генонощно отлагане се оценява на 27 kBq/m². Средните месечни фонові стойности бяха превишени: за Северна България от 90 до 1400 пъти, за Южна България от 340 до 1700 пъти и в планинските райони от 300 до 31 000 пъти. Като цяло концентрацията

на отлаганията в Южна България са два до три пъти по-високи. Ефектът от надморската височина е много силно изразен.

Радиационният зама-фон, сравнен с този отпреди аварията, по същите причини беше много различен за различни градове от страната. Шесткратно увеличение в Плов-



*Резултати от измерването на мощността на до-
зата в $\mu\text{Gy/h}$. Измерването е провеждано на всеки
километър по маршрута Сливен в посока Смолян.
Източник: Резултати исследований радиационной
обстановки в НР Болгарии после аварии на Чернобыль-
ской АЭС, Комитет по использованию атомной
энергии в мирных целях, НРБ. С., 1986*



Активност на атмосферните отлагания за периода 26.04. – 31.08.1986 г. Значенията на изолиниите са в kBq/m^2

диг и Бургас, между 10 и 20 пъти в София, Кюстендил, Враца, Русе и Варна, 27 пъти в Кърджали и 34 в Габрово.

Измерените стойности в Тракийската низина са около два пъти по-ниски от тези в Родопите, което още един път потвърждава ефекта на надморската височина при атмосферните отлагания. Труден за обяснение се оказва фактът на значителното намаляване на гама-фона при преминаването през населени места, например Чепеларе, но и други. Според някои специалисти това се дължи на миенето на улиците, което също беше препоръчано като лъчезащитна мярка. По мнение на автора това е прост ефект на екраниране на гама-лъчението от сградния фонд. Такава проста лъчезащитна

мярка като оставането вкъщи, отменяне на манифестации, кросове, военнополови лагери и всякакви други масови мероприятия на открито също беше препоръчана. В периода на Студената война в подземните етажи на практически всички обществени сгради са проектирани за защита от радиацията противоатомни скривалища, нашите домове също се явяват един малък „бункер“, макар и не толкова ефективен като скривалищата.

Валежите и радиоактивното замърсяване в тях надвишиха многократно нивата, достигнати през периода на интензивните ядрени опити в атмосферата. Разпределението е изключително нехомогенно и е свързано с количеството на пагналите валежи. Стойностите, измерени на места, намиращи се само на няколко километра едно от друго, може да се различават с повече от десет пъти.

Питейните води, въпреки високата радиоактивност на атмосферните отлагания, останаха с повишено замърсяване, но под приетите санитарно-хигиенни норми. Причината за това е ефектът на разреждане, свързан със сравнително голямата дълбочина на водоемите за питейно водоснабдяване. Не знам дали са верни слуховете, че за висшия държавен и партиен елит се е доставяла питейна вода от другия край на света, но ако е правено, просто не е било необходимо. След демократичните промени по Дело № 2 се промъкна едно обвинение, че са били прикривани такива замърсявания. Доколкото знам, то е отпаднало още при първото четене на обвинителния акт и още един път показва колко некомпетентно и може би от неспециалисти или набързо е било съставено.

Почвите в 20 – 30 сантиметровия слой бяха замърсени. **Растителността** поради напредналия стадий на вегетация защити почвите, но голяма част от замърсяването остана по вече развитата листна маса. Направено беше предложение да се унищожи (да не се прибира) първият откос на различните фуражни култури, които се събират и силажират за изхранване на животните през зимния и пролетен сезон. Много прос-

та мярка, която не е приета. Като следствие от това по хранителната верига през 1987 г. с млечните и месни продукти в населението се натрупа значителна концентрация на дългоживеещия радиоактивен цезий 137, известно в специалната литература като втори чернобилски пук, който макар и с известни загуби за селското стопанство можеше да бъде избегнат. Други мерки са безпрекословни, например: **Никаква консумация на прясно (или прясно подквасено) мляко в продължение на един месец след радиоактивното замърсяване. При краткия период на полуразпадане на йод 131 това намалява драстично проблемите с рак на щитовидната жлеза, особено сред погроставащите. Децата, майките-кърмачки и бременните могат да пият разрежено, кондензирано или сухо мляко.** Преработката до трайни млечни продукти и консумация на по-късен етап е можело да намали икономическите загуби. Остава открит въпросът с приемането на таблетки, съдържащи калиев йодит. Профилактиката трябва да се извърши в първите дни, в противен случай е безполезна. Самозащитата с йодна тинктура или други йодсъдържащи препарати в някои случаи може да бъде и вредна. В България йодна профилактика не е проведена дори на селективен принцип по възраст или райони.

Като цяло основният извод, направен от Научен комитет по изучаване на действието на атомната радиация (НКИДАР) към Организацията на Обединените нации (ООН) за европейските страни извън тежко засегнатите републики на бившия СССР е следният – **„Към настоящо време, освен съществено увеличение на случаите от рак на щитовидната жлеза при тези, които са били облъчени в детска възраст, отсъстват свидетелства за съществено влияние на йонизиращите лъчения върху здравето на населението. Не е открито нарастване на заболяемостта от всички видове рак или на смъртността, които могат да се свържат с радиацията. Рискът за възникване на левкози, който е един от най-чувствителните показатели за ра-**

гигиенно въздействие, не се повишава даже при ликвидаторите и децата. Няма научно обосновани доказателства за увеличаване на случаите на доброкачествени новообразувания, соматични или психични разстройства, имащи отношение към облъчването с йонизиращи лъчения”.

Остават открити въпросите, свързани с риска за здравето на хората от „горещите частици“: каква е вероятността за попадане и задържане в човешки бял дроб; „капсулират“ ли се те по подобен начин на α -активните „горещи частици“ и други? Практически беше доказано наличието на „горещи частици“ в белия дроб на хора и невъзможността да се „капсулират“ в слой от некротизирани клетки както α -активните „горещи частици“, поради по-голямата проникваща способност на β -частиците. В едно становище на Международната комисия по радиологична защита (МКРЗ), потвърдено в публикации на Световната здравна организация (СЗО) и вече споменатия НКИДАР, **„горещите частици“ не се разглеждат като рисков фактор за здравето.** По скромното мнение на автора това заключение вероятно ще бъде преразгледано в бъдеще.

Може да се обобщи, че понеже нито един орган от човешкото тяло не е получил праговата ефективна доза (по данни на МКРЗ тя е 500 mSv), не могат да се очакват никакви детерминистични ефекти. Относно стохастичните ефекти МКРЗ използва линейния безпразгов модел (ЛБМ) за връзката „доза-ефект“, при контингент цялото население. Прогнозните ефекти са: радиационно индуциран рак, общо 470 случая за период от 25 до 50 години. От тях 363 на фатален и 107 случая на лечим рак; радиационно индуцирани наследявани (генетични) ефекти, общо 80 случая за първите 3 до 10 поколения. В по-късен документ на МКРЗ последната прогноза е била намалена почти 10 пъти. През 90-те години средно случаите на фатален рак са били около 16 000 годишно, което прави статистически невъзможно доказването на нарастване с няколко случая годишно, дължащо се на чернобилското облъчване, а нека да си



Доц. г.ф.з.н. Венцислав Янков е завършил Физическия факултет на Софийския университет „Св. Климент Охридски“, специалност Инженерна физика със специализация Ядрена техника. След Чернобилската авария е включен в колектива за изследване на радиоактивните замърсявания в България. Основните му научни интереси са в областта на Мьосбауеровата спектроскопия.

спомним и за предходните от изпитанията на ядрено оръжие в атмосферата.

България е страна, притежаваща и успешно експлоатираща ядрени енергийни мощности. Риск, разбира се, има, но има и полза, всъщност това е един основен принцип „риск спрямо полза“, който важи във всички области на човешката дейност, от предвижването с велосипеди до полетите в космическото пространство. Без да ставам критик или защитник на дълговодещата се дискусия „ЗА“ или „ПРОТИВ“ ядрената енергетика, в заключение ще използвам мисълта на проф. г.ф.з.н. Цветан Бончев **„Алтернативата на ядрената енергетика е сигурната ядрена енергетика“.** Оттук трябва да извлечем, като учители в средните училища и преподаватели във висшите, нашата важна роля – да подготвим специалисти, които да направят ядрената енергетика сигурна и безаварийна, ако изобщо която и да е енергетика може да бъде абсолютно безаварийна. ■

Озоновата дупка постепенно намалява

Повърхността на нашата Земя се защитава от ултравиолетовите лъчения от една своеобразна пелена, която наричаме „озонов слой“. Наличието на озоновия слой, обхващащ планетата, е доказано през 1985 г., когато се установява и неговата много важна роля за живота на Земята. Обаче масовото прилагане на някои вещества за различни практически нужди изненадващо доведе до изтъняване на озоновия слой. Така се стигна до образуването на „дупка“ в него, очертала се в небето над Антарктика. Специалистите своевременно реагираха на това нежелано явление и предложиха да се предприемат необходимите мерки.

Веществата, виновни за образуването на озоновата дупка, се отнасят към групата на т.нар. хлорфлуорвъглеродороди (chlorofluorocarbons, CFCs; Chlorfluorkohlenwasserstoffe, CFKW), респ. хлорфлуорвъглероди. Хлорфлуорвъглеродородите са производни на въглеродородите, в чиято молекула водородни атоми са заменени с флуорни и хлорни атоми. Характерно за хлорфлуорвъглеродородите е, че те са много стабилни (химически „инертни“), незорливи, безцветни и лишени от миризма вещества. Представителите на тази група летливи вещества се използват в целия свят широко и в големи количества например в хладилните устройства, различните видове спрейове, като разтворители и за други цели. Такива препарати са например трихлорфлуорметан, дихлордифлуорметан, хлордифлуорметан, трихлор-трифлуорметан (означава се като „фризени“ със съответния номер) и други. Масовата употреба на тези препарати освен поради техните важни за практиката свойства бе улеснена и от това, че те се оказаха практически нетоксични и изобщо лишени от непосредствени вредни въздействия върху организма на човека и на биосферата като цяло. От друга страна обаче, мащабни научни изследвания на мнозина учени са показали, че хлорфлуорвъглеродородите, попадайки в горните слоеве на стратосферата, се разграждат под действието на ултравиолетовите лъчи и образуват се силно реактивоспособни продукти довеждат до разпадането на озоновите молекули, образувачи озоновия слой. От особено значение е взаимодействието на образувачите се хлорни радикали, при което озоновите молекули (O_3) се превръщат в молекули на кислорода (O_2). Очевидно спирането на потока флуорхлорвъглеродороди от

повърхността на Земята към горните слоеве на стратосферата би довело до толкова нежелания процес на изтъняване на озоновия слой. В това отношение научната общност предприе адекватни мерки в международен план.

На 16 септември 1987 г. в Монреал няколко държави подписват протокол, според който те се задължават драстично да снижат производството и употребата на хлорфлуорвъглеродороди. На 29 юни 1990 г. на Международна конференция за опазването на озоновия слой в Лондон нейните участници вземат решение за забраната или поне максималното намаляване на добиването и използването на тези вещества, считано от 2000 г. При това се взима предвид споменатата висока химическа стабилност на хлорфлуорвъглеродородите, вследствие на която те продължават да замърсяват стратосферата много дълго време – според вида на съответния препарат следи от него могат да останат непроменени от 44 до 180 години!

Трудоемко и много продължително изследване трябваше да покаже, доколко спазването на Монреалския протокол за забрана на използването на хлорфлуорвъглеродороди наистина довежда до „излекуването“, до „запълването“ на озоновата дупка. С такова изследване се заема голям екип от учени от Масачузетския технологичен институт в Кеймбридж под ръководството на г-р Сузан Соломон (Susan Solomon). Извършената огромна работа показва, че за 15 години след 2000 г. размерът на озоновата дупка е намалял с близо четири милиона квадратни километра. Това дава повод на Сузан Соломон да каже, че реакцията на човечеството е довела до „излекуването“ на озоновия слой и че световната общественост е категорична, че вредните молекули (имат се предвид хлорфлуорвъглеродородите) не трябва да се използват.

Възстановяването на озоновия слой – резултат от „закръпването“ на озоновата дупка – има изключително важно значение за поддържането на екологичното равновесие на нашата планета.

Деятелно, ние виждаме в този случай как постиженията на целенасочени научни изследвания се възприемат еднозначно от международни организации и отделни правителства, за да станат основа за реални действия, които довеждат до положителни резултати, водещи до добруването на всички държави и народи.

Необичайни молекули на далечни планети

Голям интерес предизвиква научно съобщение, че на отдалечени от Земята планети е възможно наличието на вещества, чиито молекули са необичайни за земните условия. Според едно изследване на Артъм Оганов и негови сътрудници на планетите Уран и Нептун наистина е възможно наличието на молекули, които биха били напълно нестабилни при съществуващите на Земята условия. Професор Артъм Оганов ръководи лаборатория в Московския институт по физика и технология, както и лаборатория по компютърен дизайн в Университета Стоун-Брук в щата Ню-Йорк, САЩ. Съобщението на А. Оганов и съавтори е публикувано в *Scientific Reports*, 2016 г. С помощта на компютърни симулации и експерименти при екстремно високи налягания учените проследяват възможностите за наличието на необичайни молекули на много отдалечените от Земята Уран и Нептун.

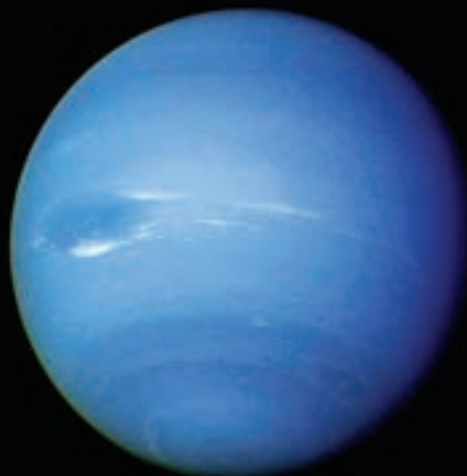
Съгласно резултатите от изследванията на колектива на професор Артъм Оганов при екстремно ниски температури и налягане до 400 гигапаскала – което отговаря на близо четири милиона пъти по-високо налягане от това на нашата атмосфера – могат да се образуват молеку-

ли, които в съществуващите на нашата планета условия не биха могли да бъдат стабилни. Пример за такова вещество е ортовъглеродната киселина $C(OH)_4$, каквато в земни условия не е позната и не би могла да съществува. Наистина, съгласно познатото в органичната химия правило на Ерленмайер (Erlenmeyer) при един и същ въглероден атом не може да има повече от една хидроксилна група. В противен случай молекулата би била напълно нестабилна и би се разпаднала. Обаче в условията на изучаваните от руските учени екстремни налягания и ниски температури както ортовъглеродната киселина, така и други необичайни молекули са стабилни. Преценявайки условията на Уран и Нептун, Артъм Оганов стига до извода: „Ние установихме, че при налягания от много милиони атмосфери неочаквани молекули биха могли да се образуват във вътрешността на тези планети“. Тези данни са основание да се предполагаат и други възможни химични структури в извънземни условия, както и да се мисли за необсъждани досега представи за извънземен живот.

По scinexx.de



Уран



Нептун