

Н. П. БАРАНОВСЬКА (Київ)

Об'єкт "Укриття": наукові дослідження останнього десятиліття

Аварія на 4-му енергоблоці Чорнобильської атомної електростанції, що сталася 26 квітня 1986 р., в силу масштабності її наслідків, породила величезну кількість проблем, для розв'язання яких постійно залучалися значні сили науковців різних галузей знання з багатьох регіонів країни.

Діяльність українських вчених тоді, на початковому етапі ліквідації наслідків аварії, мала важливе значення для оцінки масштабів катастрофи, розробки прогнозних оцінок, проведення моніторингу радіоактивного забруднення річок і водойм, повітря, ґрунтів та вироблення конкретних рекомендацій, які, як показало вивчення архівних матеріалів, мали сенс, але не завжди серйозно сприймалися керівництвом в центрі та втілювалися в життя.

Одним з результатів зусиль величезного загону вчених і виконавців, що втілювали їх ідеї і розробки в життя, поряд з дезактивацією територій і будівель на станції та довкола неї, будівництвом ізолюючої стіни в ґрунті й охолоджуючої підреакторної плити, захороненням "рудого лісу" та виконанням значних гідрозахисних заходів, стало будівництво укриття над зруйнованим 4-м енергоблоком, оскільки фахівці розуміли, що всі ті високорадіоактивні "завали" та "розвали", виявлені при обстеженні руїни, повинні бути ізольовані від навколишнього середовища.

Хоча і з деяким порушенням запланованих термінів, лише в кінці листопада 1986 р., будівництво "Укриття" було завершено, і у встановленому порядку, всіма членами Державної комісії було підписано акт про приймання в технічне обслуговування законсервованого енергоблока та завершення робіт по укриттю¹. На самій станції його прийняття на технічне обслуговування почалося з 1 грудня 1986 р.²

Оцінюючи проведену величезну роботу з проектування та будівництва в надзвичайно короткий термін укриття 4-го енергоблока, фахівці Всесоюзного науково-дослідного та проектного інституту енерготехніки (ВНДПІЕТ, Ленінград) — розробники цього проекту, — виходили з того, що руїна надійно законсервована, захищені приміщення суміжного третього енергоблока та прилегла територія. Вони вважали, що унеможливлено неконтрольований вихід радіоактивних аерозолей, виключена можливість виникнення самопідтримної ланцюгової ядерної реакції, забезпечена вибухобезпека, чим створено умови для довготермінового технічного обслуговування укриття. Проте оприлюднення в квітні 1988 р. цієї точки зору, надто оптимістичне бачення внеску "саркофага" в майбутню безпеку цього об'єкта викликало досить критичну реакцію науковців. Вже в жовтні цього ж року було піддано сумніву справедливість згаданого твердження. "З найзагальніших міркувань зрозуміло, — писали автори репліки, — що для суто невпорядкованої системи, що виникла в результаті

безпрецедентної катастрофи, яким є об'єкт “Укриття” (природно, включаючи його внутрішню частину), всілякі категоричні твердження відносно її стану, і в першу чергу стосовно виключення можливості виникнення самочинної ланцюгової реакції, потребують серйозного обґрунтування”³.

Завершення будівництва “Укриття” та передача його на технічне обслуговування — велика трудова перемога багатотисячного багатонаціонального загону ліквідаторів, серед яких було чимало науковців. Та свята перемоги минуло і почалася буденна праця, насамперед наполегливе проведення науково-технічних заходів, спрямованих на забезпечення ядерної, радіаційної, пожежної безпеки та контроль стану його будівельних конструкцій.

Оскільки постановою Ради Міністрів СРСР від 1 листопада 1986 р. при Президії Академії наук СРСР було створено Координаційну раду з наукових проблем, пов'язаних з ліквідацією наслідків аварії на ЧАЕС, на чолі з академіком А. П. Александровим⁴, то саме їй та керівництву виробничого об'єднання “Комбінат”, створеного у 1986 р. за рішенням Ради Міністрів СРСР⁵, було доручено розробити заходи з поліпшення координації та підвищення ефективності роботи наукових закладів, залучених до ліквідації наслідків аварії, та забезпечити їх реалізацію⁶. Передбачалося, зокрема, що довготермінове наукове дослідження об'єкта “Укриття” стане важливою складовою його ефективної експлуатації. Тому наказом Мінсередмашу від 3 грудня 1987 р. № 740 “Про створення КЕ при ІАЕ ім. І. В. Курчатова”⁷ в Чорнобилі було створено Комплексну експедицію як специфічний науковий підрозділ Інституту ім. І. В. Курчатова.

Чисельність її працівників, організаційна структура та технічна оснащеність давали їй можливість проводити наукові дослідження на 4-му блоці та прилеглих територіях, а також вести інші роботи, доручені Мінсередмашу СРСР у зоні відселення та на ЧАЕС. Робота КЕ базувалася на розробленій програмі науково-дослідних робіт, у т. ч. і в межах міжнародного співробітництва. За роки існування експедиції нею був здійснений значний обсяг наукової роботи⁸.

Працівники КЕ ІАЕ ім. І. В. Курчатова виконували свої наукові завдання у співпраці з колективом РЦ-4 — виробничої структури, утвореної в складі ЧАЕС (так званий “реакторний цех — 4”) — з метою технологічного обслуговування укриття над зруйнованим 4-м енергоблоком. Проте на середину 1990 р. стало очевидним, що комплекс робіт, які виконувалися на об'єкті, надзвичайно специфічний, великий за своїми обсягами та випадає з кола завдань і діяльності працюючої АЕС. Поєднання під одним дахом ЧАЕС функцій виробництва електроенергії з завданнями технологічного обслуговування “ОУ”, зіткнення виробничих інтересів експлуатаційного персоналу станції з необхідністю вирішення багатьох суто наукових проблем, породжених аварією на 4-му блоці, привело до усвідомлення нагальності зміни статусу РЦ-4. Рішенням Мінатоменерго (наказ № 621 від 24.08.90 р.) було створено підприємство “Об'єкт “Укриття” при ВО ЧАЕС, чисельністю 577 чоловік. Згідно з цим наказом новостворене підприємство повинно було узгоджувати планові обсяги науково-дослідних та проектно-конструкторських робіт з науковим керівником та головним проєктувальником, тобто з ІАЕ ім. І. В. Курчатова та ВНДПІЕТ.

Проте у квітні 1992 р., у зв'язку зі змінами в державно-політичному житті України директором російського наукового центру “Курчатовський інститут” академіком Є. Веліховим було видано наказ про передачу його повноважень правонаступнику в Україні — Міжгалузевому науково-технічному центру “Укриття” Академії наук України (МНТЦ “Укриття”)⁹, співробітники якого у співпраці з науковцями інших установ Академії на-

ук України, відомчої науки та своїх колег з ряду держав світу продовжували зусилля з забезпечення "саркофага" над зруйнованим 4-м енергоблоком ЧАЕС вже в нових соціально-економічних і політичних умовах — державної незалежності України.

Необхідно відзначити, що цей закономірний хід історичного розвитку — утворення незалежних держав на теренах колишнього СРСР — ускладнив ситуацію навколо об'єкта "Укриття", Чорнобильської атомної електростанції та всієї атомної енергетики України. Особливості розвитку цієї галузі господарського комплексу в умовах СРСР зумовили її надзвичайну централізацію та закритість. Не тільки її керівництво, а й більшість наукових досліджень, підготовка кадрів, такі складові виробничого циклу, як збагачення сировини та утилізація відпрацьованого палива й поховання забруднених відходів, в основному зосереджувалися на території Російської Федерації. Тому руйнація функціонуючих, роками відпрацьованих центральних управлінських структур, недосконалих, але працюючих, поперше, на певний час порушила керованість важливими процесами, котрі відбувалися навколо "Укриття", викликала неоднозначність оцінок та принципову невизначеність його подальшої долі, а по-друге, сприяла інерційному закріпленню вже усталених точок зору на проблему, подальші шляхи її вирішення.

З часу утворення МНТЦ "Укриття" (квітень 1992 р.) постійно відбувся пошук найбільш оптимальних організаційних форм співпраці з підприємством "Об'єкт "Укриття".

Однак через цілий ряд причин та обставин у 1993 р. підприємство було ліквідовано. Шлях, що пройшов величезний колектив творців та експлуатаційників укриття від 1986 р., коли було створено РЦ-4, до повернення його як ординарного виробничого підрозділу до структури ЧАЕС, однозначно позитивно оцінити, на жаль, неможливо. Героїчні зусилля одних переможувалися некомпетентністю та кар'єризмом інших. Досягнення творчої наукової та інженерної думки наштовхувалися на невдалі рішення, непослідовність та нерішучість високих державницьких структур. Українській громадськості восьмирічні зусилля ліквідаторів практично не принесли відчуття безпеки і спокою. Для світової спільноти за цей час об'єкт "Укриття" також не став меншим страхіттям. Подвійний стандарт у ставленні частині фахівців до нього (заспокійлива інформація всередині країни та збуджуюча стосовно зарубіжжя), також не сприяв поліпшенню сприйняття проблем "саркофага". Тому надії та сподівання поклалися на наступні роки, на подальші наукові та інженерно-технічні роботи.

Конкретною і конче необхідною справою був, зокрема, контроль будівельних конструкцій, який здійснював відділ супроводу будівельно-монтажних робіт "Об'єкта "Укриття". Коли у 1986 р. він ставав до ладу, ця служба зробила чимало зауважень, що не були враховані навіть через шість років. Зокрема, не були надані розрахунки природного впливу на будівельні конструкції, їх міцності, стійкості при дії ударної хвилі. Не було визначено конкретний термін служби будівельних конструкцій споруди. Всі ці дані повинен був видати генеральний проектувальник — ВНДПІЕТ. Але станом на 1992 р. цього не було зроблено¹⁰. До речі, і в 1997 р. цим колективом так і не було завершено коригування документації, випущеної у 1986—1990 рр., що передбачалося відповідною угодою про виконання наукових робіт¹¹.

Об'єкт "Укриття" є надзвичайно наукоємним явищем. За кошти Державного бюджету тут виконується значна кількість науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт за угодами з різноманітними колективами.

Початковим проектом “Укриття” передбачалося захоронення всіх приміщень, що відносилися до 4-го енергоблока, й повна ізоляція від них працюючих. У результаті виникла проблема, яким чином постійно одержувати нову інформацію, необхідну для прийняття рішень щодо забезпечення стабільності стану укриття. Це, в свою чергу, вимагало розширення розвідувальних, дослідницьких та профілактичних робіт.

За роки існування “Укриття” його колективом, науковим керівником та силами залучених наукових установ виконано значний обсяг робіт. Оскільки до “Укриття” була постійно прикута увага і громадськості, і державних структур, вибір напрямків досліджень, їх виконавців, визначення вартості робіт з самого початку їх проведення контролювалися й аналізувалися. Так, ще в лютому 1989 р. з огляду на необхідність впорядкування науково-дослідних робіт на 4-му блоці ЧАЕС було видано відповідний наказ № 24 по КЕ при ІАЕ ім. І. В. Курчатова¹².

На думку перевіряючих, в 1990 р., наприклад, в НВО “Прип’ять” широко фінансувалися роботи, що мали сумнівні передумови вже в постановочній частині, а також ті з них, які майже повністю повторювали одна одну. В той же час фінансування сторонніх робіт на об’єкті “Укриття” було досить скромним¹³.

Крім того, на діяльність науковців справляв вплив монопольний стан Москви в дослідженні питань атомної енергетики і, зокрема, ядерного паливного циклу. Така ситуація спричинила на початковому етапі певну дискримінацію українських фахівців у ході вирішення проблем ліквідації наслідків аварії. Реагуючи на звернення Б. Є. Патона до керівництва Інституту ім. І. В. Курчатова, вчені Москви, за участю представників наукових кіл Києва, Харкова та Львова склали перелік необхідних робіт, вартість яких в цінах 1991 р. на два роки становила 15 млн. Але урядом СРСР та керівництвом Мінатоменерго можливе фінансування участі українських фахівців в роботах з ЛНА було визначено в обсязі лише 2 млн на рік, в той час як на фінансування робіт КЕ ІАЕ (600 чел.) за два роки було витрачено приблизно 35 млн крб. Таким чином, на початку 90-х рр. значний науковий потенціал України було практично не використано.

Організуючи роботу в умовах державної незалежності України, спеціалісти МНТЦ та “Об’єкту “Укриття” за ініціативою ЧАЕС у кінці 1992 р. проаналізували всі діючі тоді договори на предмет доцільності їх продовження. За результатами цього аналізу було вирішено розірвати частину з них або передати їх для виконання силами працівників МНТЦ “Укриття”¹⁴, якими разом з залученими дослідницькими колективами було здійснено значну кількість важливих розробок, що сприяли вивченню стану укриття, налагодженню контролю за ним, розумінню головних його проблем. Колективом самого “Об’єкта “Укриття” також уклалися угоди на проведення наукових робіт, в яких брали участь провідні (і не дуже знані) установи України та інших республік СНД. Проте відбір тематики досліджень та її виконавців містив до вересня 1995 р. значний елемент суб’єктивізму. Пізніше, коли була створена Науково-технічна рада “Укриття”, остаточне рішення про укладення угоди з виконавцем стало прийматися нею.

Як відбувається вибір необхідної тематики і укладення договорів на виконання науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт для “Укриття”? Офіційна ідеальна модель цього процесу передбачає такий порядок: електронною поштою, факсом чи через Internet всім зацікавленим організаціям, підприємствам та інститутам “Об’єкт “Укриття” направляє запрошення взяти участь у вирішенні його проблем, в межах “Програми...”, яка додається. Після аналізу одержаних пропозицій розробляються

термінові заходи, які розглядаються експертами з числа співробітників об'єкта "Укриття"¹⁵. Враховуючи, що перетворення укриття над зруйнованим 4-м енергоблоком в екологічно безпечну систему вимагає наукових досліджень, нових технологій та технічних засобів й унікального обладнання, а значить, залучення для цього багатьох організацій, наукових та проектно-конструкторських колективів, керівництво об'єкта "Укриття" зверталось до Адміністрації ядерного регулювання Міністерства екології, Адміністрації зони відчуження Міністерства надзвичайних ситуацій, Санепідстанції Міністерства охорони здоров'я, Головного управління пожежної охорони Міністерства внутрішніх справ, Держнаглядохоронпраці, МНТЦ "Укриття", Українського науково-гігієнічного центру, НДІ будівельних конструкцій, Київського інституту енергетичного проектування, Науково-дослідного центру "Харківський фізико-технічний інститут", Інституту радіаційного захисту, Російського наукового центру "Курчатівський інститут" та багатьох інших наукових, державних та політичних структур з проханням сформулювати в межах програми найважливіші пропозиції для подальшого їх обговорення і реалізації. Ними мала керуватися Урядова комісія з питань комплексного вирішення проблем Чорнобильської АЕС, яка була утворена 15 листопада 1995 р. за розпорядженням Президента № 40995-рп¹⁶.

Щорічні програми науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт охоплювали широке коло питань. Так, у 1995 р., наприклад, Програма передбачала виконання 41 НДДКР з загальнотехнічної, пожежної, радіаційної, екологічної та ядерної безпеки. Вона визначила пріоритетність напрямків фінансування з огляду на важливість проблем "Укриття" в цілому. На першому місці стояли питання створення нормативної бази (3 теми), потім — переведення об'єкта в контрольований стан (14 тем). На третьому місці опинилися питання його стабілізації та підтримання в безпечному стані (4 теми)¹⁷.

Одним з активних виконавців наукових робіт за програмою ЛНА, і в тому числі з проблем "Укриття", була Національна Академія наук України, зокрема 62 установи, силами яких у 1995 р. виконувалися 242 теми. На їх фінансування було виділено 93 млрд 350 млн крб* (у відповідному масштабі цін). Одержані результати мали як фундаментальний, так і прикладний характер. Проте постанова колегії Мінчорнобиля № 26 від 27.12.95 р., відзначала, що в цій роботі мали місце труднощі у зв'язку з нестабільним фінансуванням та розпорошенням тематики¹⁸.

Міністерство у справах захисту населення від наслідків аварії на ЧАЕС та Національна Академія наук у своїй спільній постанові відзначили посилення тенденції до розширення і поглиблення співробітництва між атомщиками та вченими. Проте в ній наголошувалося і на недоліках. Зокрема, підкреслювалося, що в МНТЦ "Укриття" не сконцентровано сили на вирішенні його першочергових фундаментальних проблем¹⁹.

Критично було оцінено й виконання "Програми..." за 9 місяців 1996 р. Визнавалося, що результати виконання НДДКР в цілому не відпо-

* За іншими даними, у 1995 р. з загального обсягу фінансування заходів, спрямованих на подолання наслідків Чорнобильської катастрофи (2298,75 млрд крб.), 52,5 % (1207,43 млрд крб.) було витрачено на фінансування науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт, які виконували науковці НАН України (спільна постанова НАН України та Мінчорнобиля від 11 січня 1996 р. "Про результати наукових досліджень установ НАН України з чорнобильської тематики та заходи щодо підвищення їх ефективності").

відають дійсному стану і не можуть бути використані для об'єктивної оцінки здійснених робіт²⁰.

Та незважаючи на деякі недоліки, виконані наукові розробки становили наукову і практичну цінність, а тому наказом № 76 від 3 липня 1995 р. по Мінчорнобилю України було створено Чернобильський державний регіональний центр науково-технічної інформації (Інфоцентр “Чорнобиль”), одним з головних завдань якого стала методична підтримка державної реєстрації науково-дослідних, дослідно-конструкторських та проектно-пошукових робіт, що виконувалися в зоні відчуження та для зони відчуження, а також створення довідково-інформаційного фонду звітів по цих роботах.

З метою створення цього фонду та для широкого використання його всіма зацікавленими підприємствами та організаціями керівники останніх, які виконували або замовляли науково-дослідні, дослідно-конструкторські та проектно-пошукові роботи, фінансовані з різних джерел, у т. ч. зарубіжних, мали надсилати до Інфоцентру у кінці кожного року звіти по них²¹.

І в наступні роки обсяг наукових досліджень тут не зменшувався. Так, програма науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт на 1996 р. включала 60 договорів, розподілених по 5 розділах: розробка нормативно-технічної документації; розробка заходів із забезпечення ядерної та радіаційно-екологічної безпеки; забезпечення загальнотехнічної безпеки та поточна експлуатація “Укриття”. Договірна ціна здійснюваних робіт визначалась у відповідності з “Типовим положенням по плануванню, обліку і калькулюванню собівартості науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт” № 830, затвердженим постановою Кабміну України 29.07.96 р.²²

У виконанні “Програми...” у 1996 р. брали участь 30 НДІ, проектно-технологічних інститутів та установ України, Росії, Білорусі. Проте у її реалізації виникали проблеми. Так, з'явилися певні складності у фінансових стосунках з виконавцями, коли замовник (об'єкт “Укриття”) необгрунтовано завищував суму коштів по одних підрозділах та знижував — по інших. На думку перевіряючих з АЗВ, затримка термінів укладення договорів на 3—6 місяців і більше створювала “економію” фінансів, яку не було підстав розцінювати як досягнення. Недоліком у роботі було визнано також відсутність плану впровадження результатів НДДКР або заходів з їх використання. Це не давало змоги зробити висновок щодо ефективності освоєння передбачених на дослідження коштів²³. Мав місце також недостатній контроль з боку замовника за якістю проектних розробок. Прикладом цього стала неможливість реалізації у 1996 р. виконаного КІЕП проекту “Підсилення ослаблених перетинів опорних конструкцій балок” через попередньо не враховані високі берозатрати²⁴.

Аналіз виконання робіт за договорами НДДКР протягом 9 місяців 1996 р. показав різке відставання від обсягів, передбачених календарними планами. Так, із запланованих 4997134 грн станом на 30 вересня було освоєно лише 50 %²⁵.

1996 р. трапилася подія, яка збурила і громадськість, і науковців й на значний час відволікла від основних робіт значні сили і кошти. 12 та 16 вересня 1996 р. автономно працюючі прилади системи контролю на об'єкті “Укриття” зафіксували істотне (у півтора — два рази) підвищення нейтронного потоку. Для розслідування цієї ситуації була створена спеціальна комісія, перед якою ставилося завдання розібратися і оцінити реальний стан речей. Комісія, провівши комплексне обстеження, не виявила ніяких відхилень: рівень температури та аерозольної активності зали-

шився без змін. Що ж стосується нетривалих сплесків нейтронних потоків, то їх, на думку експертів, спровокувала істотно підвищена вологість у приміщеннях, залитих водою внаслідок сильних дощів. Пізніше фахівцями з Росії було зроблено більш розширене трактування події.

Найбільш вірогідними причинами аномальної події 1996 р. росіянами визнано електричні накладання, погане заземлення, а також те, що в системі "Фініш" реєстрація здійснюється не безпосереднім рахунком імпульсів, що надходять від камери ділення, а шляхом перетворення швидкості рахунку в аналоговий сигнал з його наступним оцифруванням. Таким чином, на думку фахівців Курчатовського та Радієвого інститутів, з'являється можливість для викривлення інформації²⁶.

Проте остаточний висновок про причину аномального явища вересня 1996 р., як і попереднього, що стався у 1990 р., так і не було зроблено. У своєму інтерв'ю газеті "Независимость" В. І. Купний наголосив, що йому важко коментувати зафіксовані раніше сплески нейтронної активності паливовмісних мас. Ні експерти "Об'єкта "Укриття", ні спеціалісти регулюючого органу не можуть визначити: чи це було реальне збільшення нейтронного потоку, чи це спричинили сторонні завади²⁷.

Хоча "аномальна" подія, що сталася восени 1996 р., не була остаточно зрозумілою і визначеною, проте вона дала підставу, на думку російських фахівців, для висування додаткових вимог до світового співтовариства щодо збільшення фінансування проблем "Укриття"²⁸.

Ця подія вплинула, крім того, на посилення уваги до виконання тут наукових тем з питань ядерної та радіаційної безпеки. Науково-дослідні і дослідно-конструкторські роботи, котрі виконувалися протягом 1997 р., включали 19 тем з питань нормативно-технічної документації, 28 — з ядерної безпеки та 39 — з питань радіаційної безпеки²⁹. За їх виконання відповідали визначені для цього працівники. Так, група охорони праці контролювала оцінку придатності персоналу для роботи на об'єкті, захист імунної системи працюючих в умовах інтенсивних полів, вивчення змін крові та ін. Лабораторія екології мала відношення до чотирьох тем. Планово-координаційний відділ контролював виконання 31 угоди, за якими мали розроблятися нормативні документи, правила, регламенти, норми та ін. Служби нагляду за будівлями і спорудами стосувалося три теми, технічного відділу — 15, цеху придушення активності — 6, цеху радіаційного та технічного контролю — 18, цеху технічного обслуговування об'єкта — 10. Тобто всього виконувалася 91 угода, загальна вартість робіт становила (на вересень 1997 р.) 4 778 101 грн³⁰.

Накреслюючи завдання на 1998 р., керівництво "Об'єкта "Укриття" враховувало і те, що міжнародною групою експертів розроблено "План здійснення заходів на об'єкті "Укриття" (SIP). Основними завданнями на 1998 р. було визнано його стабілізацію, підготовку до вилучення радіоактивних відходів і паливовмісних матеріалів та підтримання досягнутого рівня безпеки. Для реалізації цих завдань розроблено "Комплексну програму робіт на об'єкті "Укриття" ВО ЧАЕС у 1998 р." та на її основі — "Комплексний план організаційно-технічних заходів на 1998 рік"³¹.

В цілому "Об'єкт "Укриття" співпрацював з 19 установами по 43 договорах та додаткових угодах, серед яких 8 були спрямовані на розробку нормативно-технічної документації, 10 — на забезпечення ядерної, 16 — радіаційної та 2 — загальнотехнічної безпеки³².

Проте успішне виконання завдань ускладнювалося деякими нюансами нормативного характеру. Так, постанова Кабінету Міністрів України № 611 від 04.06.96 р. про заборону використання державних коштів для закупівлі імпортованих товарів не сприяла стосункам "Об'єкта "Укриття" з

науково-дослідними колективами та виконавцями з Росії і Білорусі, хоча необхідність їх залучення зумовлювалася як їх великим досвідом вирішення проблем, пов'язаних з укриттям, так і наявністю в них накопиченої за попередні роки значної бази даних щодо його стану. Доводилося звертатися до голови комісії з питань регулювання закупівлі товарів для державних потреб за дозволом на закупівлю наукової продукції імпортного виробництва³³.

Проте “Комплексна програма робіт на об'єкті “Укриття” ВО ЧАЕС у 1998 р.”, затверджена Міністерства енергетики, хід її виконання викликали різні, і в т. ч. досить критичні, оцінки. На думку директора Державного наукового центру радіогеохімії навколишнього середовища НАНУ та МНС академіка НАНУ Е.В. Соботевича, основну увагу в програмі приділено експлуатації існуючого об'єкта і технічним заходам щодо його фізичної та ядерної стабілізації, а вирішення якихось серйозних науково-технічних завдань програма не передбачила. Ї не останньою причиною такого становища є, на його думку, невизначеність джерел фінансування МНТЦ “Укриття” НАНУ, на який покладено науковий супровід робіт³⁴.

Взагалі необхідно відзначити, що МНТЦ “Укриття” — найактивніший партнер “Об'єкта “Укриття”. Забезпечуючи наукові засади функціонування “саркофага”, вчені виконали значний обсяг різноманітних наукових досліджень. Їх взаємини, на жаль, інколи складалися досить напружено. Про організаційну їх недосконалість свідчить, на думку автора, зокрема, й ситуація, коли керівництво одного звертається до керівництва другого з проханням надати архіву відділу експлуатації для використання в роботі копії звітних документів по науково-дослідних роботах за 1994 р.³⁵, хоча, як здається, партнерські стосунки мали б передбачати регулярну передачу результатів наукових розробок для їх використання в практичному повсякденному житті “саркофага”.

Звітування про безпеку 4-го блока стало предметом спеціального договору з МНТЦ “Укриття” за № 1/95. Проте виконання його проходило не без недоліків, і фахівці об'єкта “Укриття” висловлювали науковцям свої зауваження та пропозиції³⁶.

Згідно з “Програмою робіт на “Об'єкті “Укриття” на 1998 рік” МНТЦ “Укриття” мало виконати робіт на суму 2470112 грн. Проте, за календарними планами та пролонгованими угодами, ця сума становила 1686158 грн. Станом на 1 вересня фактичне освоєння коштів, відповідно до пред'явлених актів, становило близько 30 % від запланованого. У зв'язку з такою ситуацією керівництвом “Об'єкта “Укриття” було висловлено глибоке занепокоєння з приводу спроможності МНТЦ виконати договірні зобов'язання. Враховуючи, що адміністрація зони відчуження також профінансувала виконання певних робіт для “Укриття” силами МНТЦ, його адміністрація просила повідомити, які саме і хто їх приймав³⁷.

Великою проблемою, породженою аварією на 4-му енергоблоці ЧАЕС, стала необхідність вирішення питань поводження з різними радіоактивними відходами (рідкими та твердими, високо-, середньо- та низькоактивними) і паливовмісними матеріалами, їх вилучення, утилізації, зберігання тощо.

Аналіз концептуальних проектів перетворення об'єкта “Укриття” дав підстави поділити їх на два типи — такі, що передбачають, і такі, що не передбачають переробку його радіоактивних відходів. При цьому оцінювалося, чи відповідають вони Закону України “Про поводження з РАВ”, принципам та критеріям безпеки, рекомендованим МАГАТЕ, Постанові Кабінету Міністрів України № 1561 та іншим документам. Такий підхід дав підстави фахівцям МНТЦ “Укриття”, з точки зору видів та кількості

відходів, а також екологічної безпеки виробництва, вважати найбільш оптимальними схеми, базовані на фізико-механічних методах їх обробки та кондиціювання.

Співробітниками МНТЦ "Укриття" створено базу даних "Технології поводження з РАВ об'єкта "Укриття", до якої станом на квітень 1999 р. внесено інформацію про виробників необхідного обладнання в світі та понад 100 установок з різноманітних технологічних операцій. Ставилося, зокрема, питання і про можливість використання розроблених в Росії технологій поводження з відходами для вирішення чорнобильських проблем³⁸.

Стан об'єкта "Укриття" вимагає постійного контролю. Параметри, що контролюються, з точки зору безпеки, діляться на три рівні, які відрізняються періодичністю та швидкістю їх вимірювання. Перший — це параметри, відхилення яких за критичний рівень може стати причиною руйнування системи захисту з загрозою для населення та навколишнього середовища. Вони контролюються безперервно або періодично. До цієї групи параметрів належать: потужність експозиційної дози гамма-випромінювання та щільність нейтронного потоку над "розвалом", в шахті реактора та в прилеглих до неї приміщеннях з ПВМ, температура в цих місцях та активність аерозольного викиду у вентиляційну трубу II черги.

Другий рівень — це параметри, що забезпечують радіаційну безпеку ведення робіт. До них відносяться: потужність експозиційної дози гамма-випромінювання і питомої активності "альфа/бета" аерозолів повітря у виробничих приміщеннях "Укриття" та на його території й питома активність та радіонуклідний склад проб води в його приміщеннях. Ці параметри контролюються не менше одного разу на тиждень відповідно до затвердженого графіка.

Третій рівень параметрів — це ті, що характеризують повільні процеси взаємодії об'єкта та навколишнього середовища. До них відносяться: потужність експозиційної дози гамма-випромінювання на даху об'єкта "Укриття"; питома активність та радіонуклідний склад проб ґрунтових вод із спостережних свердловин та деформації (зміщення геодезичних марок) його будівельних конструкцій. Ці параметри контролюються не рідше одного разу на квартал³⁹.

При виборі оптимальних варіантів стабілізації об'єкта "Укриття" необхідно оцінити колективну ефективну дозу опромінення, яку одержить персонал. Важливою при цьому є методика розрахунку дози від інгаляційного надходження радіоізотопів при проведенні робіт. Таку методику було розроблено і запропоновано співробітниками МНТЦ "Укриття" НАНУ⁴⁰.

Попередня оцінка дозовитрат, зроблена у НДІ будівельних конструкцій (Київ), показала, що колективна доза опромінення тільки для зміцнення конструкцій об'єкта в залежності від варіанта виконання робіт знаходиться в діапазоні від 16000 до 22000 людино-бер⁴¹.

Очевидно, що такий рівень небезпеки для працюючих людей вимагає широкого використання дистанційних механізмів та робототехнічних засобів в радіаційно небезпечних умовах, жорсткого контролю рівнів забруднення та випромінювання. Поряд з працівниками МНТЦ внесок у вирішення цієї проблеми робить і спеціальне конструкторсько-технологічне бюро з експериментальним виробництвом Інституту ядерних досліджень НАН України, яке досить активно співпрацювало з ВО ЧАЕС в руслі реалізації технічних рішень по системі контролю "Шатро", підтриманню на належному рівні її функціональної працездатності. В квітні 1994 р. ним було запропоновано програму забезпечення реалізації технічних рішень для підтримки працездатності цієї системи⁴².

У зв'язку з тим, що система контролю “Фініш” після розпаду СРСР та згорання роботи Комплексної експедиції Інституту ім. І. В. Курчатова, перейшла у спадок Міжгалузевому науково-технічному центру “Укриття” НАНУ, а багато приладів системи “Шатро” вже виробили свій проектний ресурс, хоча і зберігали працездатність, виникла необхідність створення нової автоматизованої системи спостереження і контролю за станом всього об'єкта “Укриття”, де були б враховані недоліки цих двох систем⁴³.

Протягом останніх років для дослідження стану паливовмісних матеріалів пропонувалося багато різноманітних методів та приладів, розроблених науковцями різних країн. Зокрема, з метою обґрунтування необхідних заходів для забезпечення ядерної та радіаційної безпеки українських АЕС та об'єкта “Укриття” Інститутом проблем моделювання в енергетиці НАНУ створено моделюючий комплекс для прогнозування їх ядерного та радіаційного стану⁴⁴. Над окремими частинами майбутньої системи моніторингу стану “Укриття” працювали різні колективи науковців України. Так, працівниками Міжгалузевого науково-дослідного інституту проблем механіки “Ритм” при Національному технічному університеті України “КПІ” створено автономний інклінометр, який визначає координати місць для встановлення вручну, через пробурені в підреакторному просторі 4-го енергоблока свердловини, вимірювальної апаратури⁴⁵.

Пропонують свої розробки для проведення дослідження “Укриття” й співробітники самої установи. Зокрема, однією з них є запропонований В. В. Гажієнком метод вивчення місць зосередження ПВМ на основі застосування випромінювання електромагнітних хвиль метрового діапазону⁴⁶. Ця методика, з допомогою якої можна було б досить швидко вивчити їх розміщення, з 1995 р. знаходиться у готовому до технічної реалізації стані.

Рішенням Урядової комісії з питань комплексного розв'язання проблем Чорнобильської АЕС, прийнятим 19 березня 1998 р., було створено комітет з реалізації Плану заходів на об'єкті “Укриття” — так званого SIP, та Комплексної програми робіт на об'єкті “Укриття” на 1999 р., яка розглядалася на засіданні Кабінету Міністрів України 19 серпня 1998 р.⁴⁷ Проте орієнтація у ході вирішення його проблем на зарубіжний досвід викликали в Україні певне неприйняття програми.

Оцінюючи ситуацію, що склалась, академік Е. В. Соботович, наприклад, підкреслював, що держава поклала в основу концептуальних документів — “Основних напрямків діяльності щодо забезпечення безпеки об'єкта “Укриття” на 1995—2000 роки”, “Перспективної програми перетворення об'єкта “Укриття” на екологічно безпечну систему” (1996), “Стратегії стабілізації стану об'єкта “Укриття” (1996), “Стратегії перетворення об'єкта “Укриття” (1997) та ін. — не найкращий напрям.

Кардинальним її елементом (мається на увазі останній документ) є вилучення паливовмісних мас з об'єкта, їх кондиціонування, переведення у безпечний стан шляхом переміщення всередину захисних бар'єрів та підконтрольне зберігання у сховищах радіоактивних відходів. Проте виконання цих робіт вимагатиме тривалого часу та величезних коштів. Крім того, сумарна доза опромінення персоналу становитиме, як мінімум, 90000 людино-бер. Тому науковцями обговорюються переваги і недоліки обраної Міненерго стратегії, яка хоча формально і відповідає традиційним принципам і рекомендаціям МАГАТЕ, але потребує великих коштів. Йдеться про створення та експлуатацію дистанційної техніки і технологій вилучення, сортування, кондиціонування, контейнеризації, транспортування і тимчасового зберігання радіоактивних відходів, як високого, так і середнього та низького рівнів активності. Розрахунки показують, що при роботі

з об'єктом "Укриття" буде вилучено ПВМ кілька мільйонів контейнерів об'ємом 1 м³ кожний⁴⁸. І це ще одна важлива проблема, породжена самим існуванням об'єкта "Укриття". Йдеться про необхідність створення захисних бар'єрів на шляхах міграції радіоактивних речовин.

Найбільш небезпечним джерелом можливого забруднення навколишнього середовища визнано лавоподібні паливовмісні маси (ЛПВМ), з яких радіонукліди мігрують переважно у вигляді високоактивного пилу. Тому оптимізація захисних бар'єрів стала предметом наукового пошуку. В літературі, зокрема, запропоновано ряд варіантів їх формування, а саме: а) заповнення бетоном підреакторних приміщень, розпилювання утвореного моноліта на блоки, вилучення їх з укриття та встановлення у сховищі; б) заповнення приміщень "Укриття" піною, що твердіє, на основі радіаційно стійкого кремнійорганічного складу "ЕКОР"; в) формування на поверхні ЛПВМ радіаційно стійкого локалізованого покриття завтовшки 100—200 мкм на основі кремнійорганічної композиції з алюмінієвим наповнювачем; г) нанесення на поверхню ЛПВМ металевої плівки шляхом вакуумного напылення. Серед цих варіантів науковці МНТЦ "Укриття" визнали найбільш доцільним варіант "в", порівняно з ситуацією, коли додаткові захисні бар'єри взагалі не створюються⁴⁹.

Українські науковці виробили стратегію, альтернативну офіційній, — опускання об'єкта "Укриття" разом з високоактивними відходами у глибокі геологічні формації з наданням йому статусу сховища геологічного типу. Вона ґрунтується на використанні відомого в гірничорудному виробництві методу "плаваючої платформи", коли з-під об'єкта вибираються зруйновані породи і він поступово опиняється на заданій глибині⁵⁰. Крім того, російські вчені продовжують пропагувати, як шлях вирішення проблеми "Укриття", перетворення його на моноліт за допомогою бетонування. Проте ці ідеї державними та науковими структурами України не підтримуються.

Є думка, що для вирішення проблем "Укриття" практично не використовується український науково-технічний потенціал. Лідерами тут, на думку Е. В. Собоновича, виступають західні фірми, а українські фахівці для них — лише постачальники унікальної інформації, яку потім останні одержують назад, але відредаговану і з вражаючим дизайном. Правда, українська сторона ще одержує деяке устаткування. Його вартість — 24 млн грн з 97 млн грн західної допомоги. Це автокран та баштовий кран вартістю 16,5 млн грн. На думку академіка та багатьох інших, хто має відношення до процесів, які відбуваються навколо об'єкта "Укриття", західні фірми просто прагнуть збути свою продукцію. Те, що діяльність багатьох західних компаній в зоні відчуження перетворилася на успішний бізнес, відзначають та коментують і західні журналісти⁵¹. Тому, вважає Е. В. Собонович, давно час втрутитись у процес бездумного витрачання грошей і спрямувати ті невеликі кошти, які є в розпорядженні держави, на розв'язання пекучих науково-технічних проблем. Крім того, залучення українських фахівців до проведення робіт по SIP має відбуватися на однакових умовах, таких як і для західних учасників⁵².

Працівники "Об'єкта "Укриття", хоч як це не гірко звучить, — унікальний експериментальний матеріал для дослідження впливів різних рівнів іонізуючого випромінювання на людський організм. Оскільки через необхідність виконання багатьох спеціфічних операцій, що не піддаються автоматизації, та через відсутність достатньої кількості так званих безлюдних технологій важливого значення набуває фізичний стан працівників. Здоров'я та працездатність людей, залучених до виконання робіт підрядних організацій, персоналу ЧАЕС, зони відчуження в цілому і особливо

об'єкта “Укриття” є предметом наукових досліджень кількох наукових та лікувальних установ. Це, зокрема, Науковий центр радіаційної медицини АМН, однією з наукових структур якого є Інститут клінічної радіології. Фахівці цієї установи, судячи з опублікованих ними праць, зосереджують свою увагу на гематологічних аспектах опромінення у працівників зони відчуження, ЧАЕС та Південно-Української АЕС, не вказуючи, на жаль, хронологічних меж цих досліджень⁵³. Проте серед об'єктів уваги цієї спеціалізованої наукової установи чомусь відсутній персонал об'єкта “Укриття”, хоча очевидно, що дослідження реакцій організму 150 чоловік, які щоденно трудяться тут, має як практичне, так і велике наукове значення.

Вивченням впливів на працюючих в “Укритті” радіаційного фактора, специфічних мікрокліматичних умов його величезного закритого об'єму, нервового напруження, зумовленого процедурою одержання наряда-допуска, низьким лімітом часу, що відводиться на виконання роботи, та інших складових, які створюють дискомфортні, на межі стресу, умови праці в “саркофазі”, з 1995 р. займається, у співробітництві з МНТЦ “Укриття”, лабораторія Інституту молекулярної біології та генетики НАН України. Її керівник — молода жінка, кандидат медичних наук О. Ф. Сенюк, спостерігала за роботою оперативних працівників “Укриття” та вивчала їх стан. Її конкретні дослідження психоемоційної сфери та гемато-імунної системи персоналу дали можливість зробити висновок про необхідність змін у питаннях діагностики, медоглядів і фармакологічного захисту організму працюючих⁵⁴. На її думку, надбаний у зв'язку з аварією 1986 р. традиційний досвід охорони здоров'я персоналу, працюючого у радіаційно небезпечних умовах, засвідчує явну недостатність вживаних заходів. Є гостра необхідність принципового перегляду існуючої концепції захисту людини.

Серед медичних проблем, пов'язаних з супроводом робіт на об'єкті “Укриття”, особливе місце, на думку О. Ф. Сенюк, посідає нормування показників периферійної крові та імунітету для медичного допуску до роботи в умовах тривалого впливу іонізуючого опромінення в малих дозах, при поєднанні з активним впливом інших шкідливих виробничих умов, та необхідність диференційованої оцінки можливостей і реакцій кожного окремого людського організму⁵⁵.

Активно використовують унікальну можливість, що її надає праця з персоналом “Укриття”, і науковці та розробники нової техніки для ведення медичних досліджень. Так, у 1998 р. НВП “Атом Комплекс Прилад” розробив інформаційну систему “ЛВЛ об'єкта “Укриття” для оперативного контролю індивідуальних внутрішніх дозових навантажень на персонал⁵⁶.

Досягнення і проблеми українських вчених та їх зарубіжних колег стали предметом обговорень на численних міжнародних наукових та науково-практичних конференціях, які проводяться практично щорічно. Конференції проводять фізики, медики, екологи, будівельники та ін. В їх опублікованих матеріалах узагальнено досягнутий рівень знань і розуміння різних аспектів проблеми. Викристалізується все більш повне визначення причин, масштабів та наслідків катастрофи 1986 р та ситуації на об'єкті “Укриття” й навколо нього. Так, у роботі міжнародного симпозіуму “Безпека Укриття — 94”, що відбувся в серпні 1994 р. в Зеленому Мисі, взяли участь понад 100 спеціалістів різних підприємств, галузей та відомств, в тому числі більше 30 представників західних країн — Франції, Німеччини, Швеції, Фінляндії та ін. Найбільша увага на симпозіумі була приділена таким болючим для широкого загалу (і спірним — для фахівців) питанням, як ядерна і радіаційна безпека та надійність будівельних конструкцій об'єкта “Укриття”. Організаторами симпозіуму виступили Мінчорнобиль, Держатомнагляд України, Агентство з ядерної енергії Організації еконо-

мічного співробітництва та розвитку. Учасники симпозиуму відзначали, зокрема, ліберальну атмосферу форуму, яка стимулювала дискусійність і дала можливість представити полярні точки зору⁵⁷. Відбувалися важливі та цікаві конференції і в наступні роки.

Отже, в Україні і в світі протягом усього часу існування "Укриття" продовжуються наукові дослідження та дискусії навколо ядерної, радіаційної, загальнотехнічної та пожежної небезпеки "саркофага", шляхів вирішення проблем, які він породив. Дискусії йдуть паралельно з офіційно проголошеним, за активної участі міжнародних фахових структур, курсом на перетворення цього специфічного об'єкта на екологічно безпечну систему. Виконання поставленого завдання є довгим і складним процесом, який, незважаючи на майже 15-річну історію існування "Укриття", поки ще не завершений.

¹ Архів НВО "Прип'ять" (нині підрозділ Адміністрації зони відчуження (АЗВ). Рішення № 327 Урядової комісії від 28 листопада 1986 р.

² Архів ВО "ЧАЕС". Наказ ЧАЕС № 963 від 28 листопада.

³ Див.: Курносов В. А., Багрянский В. М., Моисеев И. К. Захоронение четвертого энергоблока Чернобыльской АЭС // Атомная энергия. — Т. 64. — Вып. 4. — 1988. — С. 254; т. 65. — Вып. 4. — С. 302 (переклад автора).

⁴ Чернобыльская трагедия. Документы и материалы. — С. 407.

⁵ Архів Бюро документації та діловодства "Об'єкта "Укриття". — (далі — архів БДД ОУ), лист від НВО "Прип'ять", вих. № 1322 від 24.11.92 р.

⁶ Рішення Урядової комісії № 397 від 27 травня 1987 р.

⁷ Об'єднаний архів МНТЦ "Укриття" (далі — архів МНТЦ "Укриття"), ф. КЕ, оп. 1, спр. 1, арк. 1—4.

⁸ Детальніше див.: Барановська Н. П. Об'єкт "Укриття": проблеми, події, люди. — Чернівці, 2000.

⁹ Чернобыльская трагедия. — С. 659.

¹⁰ Вестник Чернобыля. — 1992. — № 66.

¹¹ Технічний архів об'єкта "Укриття" (далі — ТА ОУ). Договір 10/60.

¹² Архів МНТЦ "Укриття", оп. 1, спр. 31, арк. 2—3.

¹³ Там же, спр. 41, арк. 83.

¹⁴ Поточний архів Адміністрації зони відчуження (АЗВ). Вх. № 133 від 04.02.93 р.

¹⁵ З акта перевірки АЗВ виконання "Програми робіт ВО ЧАЕС на об'єкті "Укриття" в 1996 році". — Додаток № 1. — С. 1—2.

¹⁶ Архів бюро діловодства та документації "Об'єкта "Укриття", вих. № 60-606/22-216 та № 60-607/22-217 від 08.12.95.

¹⁷ Отчет по выполнению работ на объекте "Укрытие" за 1995 год. Пояснительная записка. — С. 10.

¹⁸ Поточне діловодство АЗВ. Постанова колегії Мінчорнобиля № 26 від 27.12.95 р.

¹⁹ Спільна постанова НАН України та Мінчорнобиля від 11 січня 1996 р. "Про результати наукових досліджень установ НАН України з чорнобильської тематики та заходи щодо підвищення їх ефективності".

²⁰ З акта перевірки АЗВ виконання "Програми робіт ВО ЧАЕС на об'єкті "Укриття" в 1996 році". — Додаток № 1. — С. 3, 4.

²¹ Наказ АЗВ № 73 від 12 грудня 1995 р.

²² З акта перевірки АЗВ виконання "Програми робіт ВО ЧАЕС на об'єкті "Укриття" в 1996 році". — С. 3; з довідки до листа АЗВ про результати перевірки "Об'єкта "Укриття"". — Об'єкт "Укриття", вих. № 60-21/22-17 від 10.01.97.

²³ Там же. — С. 3, 4.

²⁴ Там же. — С. 6.

²⁵ Архів ВО ЧАЕС. Розпорядження № 271 від 22.10.96 р.

²⁶ Див.: Данные и аналитические результаты, касающиеся ядерной безопасности ядерного топлива в объекте "Укрытие". — Отчет. Подготовлен для Тихоокеанской северо-западной Национальной лаборатории США (PNNL) в рамках базового соглашения о сотрудничестве 321 107-A-R4. Русская версия. — СПб, 1996. — С. 23.

²⁷ Независимость. — 1999. — 9 февраля.

²⁸ Див.: Данные и аналитические результаты, касающиеся ядерной безопасности ядерного топлива в объекте "Укрытие". — С. 6.

- ²⁹ “Об’єкт “Укриття””, ТВ, інв. № 418 від 19.08.97 р.
- ³⁰ За довідкою “Выполнение договоров НИОКР ОУ за сентябрь и девять месяцев 1997 г. (по состоянию договоров на 15.10.97 г.).
- ³¹ Розпорядження № 508 від 21.12.97.
- ³² Аннотированный отчет о научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах, выполненных на “Объекте “Укрытие” по “Программе работ на объекте “Укрытие” на 1998 г.”. — С. 83—87.
- ³³ “Об’єкт “Укриття”, вих. № 60-186/12-25 від 29.01.98 р.
- ³⁴ Див.: С о б о т о в и ч Е., С к в о р ц о в В. Чернобыльский “саркофаг”. Що робити? // Вісник НАН України. — 1998. — № 9—10. — С. 47.
- ³⁵ “Об’єкт “Укриття”, № 11-21/667 від 22.06.95 р.
- ³⁶ Див.: пот. арх. “Об’єкта “Укриття”, вих. № 60-14/22-14 від 09.01.96.
- ³⁷ “Об’єкт “Укриття”, вих. № 60-2034/13-240 від 22.09.98 р.
- ³⁸ Див.: Конференція Міжнародного Чернобыльського центру “Міжнародне співробітництво — Чернобилю. Вчені та інженери за безпечну атомну енергетику”. 14—16 жовтня 1999 р. — Славутич. — С. 46, 48, 78.
- ³⁹ К у п н ы й В. И., Б е л о у с о в Е. Л., Н о с о в с к и й А. В. Объект “Укрытие”: вчера, сегодня, завтра. (Состояние 4-го блока ЧАЭС) — Ключова доповідь на міжнародному семінарі “Уроки Чернобыля. Технические аспекты”. — С. 8.
- ⁴⁰ Див.: К л ю ч н и к о в А. А., П о п о в А. А., Ш о с т а к В. Б., Щ е р б и н В. Н., Щ е р б и н А. В. Г. Оценка коллективной дозы для различных вариантов стабилизации объекта “Укрытие” Чернобыльской АЭС. — Препринт 97-4. — Чернобыль, 1997. — 39 с.; Конференція Міжнародного Чернобыльського центру “Міжнародне співробітництво — Чернобилю. Вчені та інженери за безпечну атомну енергетику”. — С. 64.
- ⁴¹ С е н ю к О. Ф., Д а н и л о в В. М. Стратегия и тактика радиологической защиты персонала в связи с предстоящими работами по стабилизации и реорганизации объекта “Укрытие” в радиационно безопасную систему. — Радиационная биология. Радиоекология. — Т. 39. — 1999. — № 2—3. — С. 228—229.
- ⁴² Об’єкт “Укриття”, вхід. № 139 від 07.04.94.
- ⁴³ З інтерв’ю В. І. Купного газ. “Деловая Украина”. — 1995. — № 92.
- ⁴⁴ Див.: Конференція Міжнародного Чернобыльського центру “Міжнародне співробітництво — Чернобилю. Вчені та інженери за безпечну атомну енергетику”. — С. 52.
- ⁴⁵ Там же.
- ⁴⁶ Там же. — С. 82.
- ⁴⁷ Вих. № 60-2123/12-215 від 30 вересня 1998 р.
- ⁴⁸ Див.: С о б о т о в и ч Е., С к в о р ц о в В. Чернобыльский “саркофаг”. Що робити? — С. 49, 50, 51.
- ⁴⁹ Див.: Конференція Міжнародного Чернобыльського центру “Міжнародне співробітництво — Чернобилю. Вчені та інженери за безпечну атомну енергетику”. — С. 34.
- ⁵⁰ Див.: С о б о т о в и ч Е., С к в о р ц о в В. Чернобыльский “саркофаг”. Що робити? — С. 49, 50, 51.
- ⁵¹ W i l l i a m s, N i g e l, B a l t e r, M i c h a e l. Chernobyl research becomes international growth industry. Journal: Science // 1996. — 19 квітня.
- ⁵² Див.: С о б о т о в и ч Е., С к в о р ц о в В. Чернобыльский “саркофаг”. Що робити? — С. 48, 53—54.
- ⁵³ Там же.
- ⁵⁴ Див.: Конференція Міжнародного Чернобыльського центру “Міжнародне співробітництво — Чернобилю. Вчені та інженери за безпечну атомну енергетику”. — С. 106, 110, 118.
- ⁵⁵ С е н ю к О. Ф., Д а н и л о в В. М. Стратегия и тактика радиологической защиты персонала в связи с предстоящими работами по стабилизации и реорганизации объекта “Укрытие” в радиационно безопасную систему. — С. 228—229, 235.
- ⁵⁶ Див.: Конференція Міжнародного Чернобыльського центру “Міжнародне співробітництво — Чернобилю. Вчені та інженери за безпечну атомну енергетику”. — С. 31.
- ⁵⁷ З газ. “Курчатовец” (Москва, ІАЕ ім. І. В. Курчатова). — 1994. — № 4—5.