

**Д. В. Городецький, В. В. Деренговський, Л. І. Павловський**

*Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, вул. Кірова, 36а, Чорнобиль, 07270, Україна*

## **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВИХ ДОКУМЕНТІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ПЕРЕТВОРЕННЯ ОБ'ЄКТА «УКРИТТЯ»**

Проаналізовано досвід по забезпеченню норм із радіаційної безпеки під час виконання робіт у радіаційно-небезпечних зонах об'єкта «Укриття». Показано, що виявлені проблеми потребують внесення відповідних доповнень до тексту діючих нормативно-правових актів, що регламентують радіаційну безпеку, або створення нових спеціальних нормативних документів для вирішення проблем радіаційної безпеки під час перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему у складі комплексу НБК-ОУ.

*Ключові слова:* радіаційна безпека, ЧАЕС, НБК-ОУ.

### **Вступ**

Застосування нормативно-правових заходів є основою всієї системи радіаційної безпеки будь-якого радіаційно-ядерного об'єкта, що забезпечує неперевищення та оптимізацію доз опромінення персоналу і навколишнього середовища. Потреба у корекції (адаптації) діючих документів, що регламентують нормативно-правові заходи, виявляється у процесі їхнього практичного застосування, особливо в таких складних та унікальних радіаційних умовах, якими характеризується об'єкт «Укриття».

Аналіз набутого за попередні роки досвіду по виконанню Плану здійснення заходів (ПЗЗ) на об'єкті «Укриття» виявив проблеми по забезпеченню прийнятної рівня радіаційної безпеки під час виконання робіт в особливо небезпечних зонах, а саме:

проблема встановлення величин контрольних рівнів (КР) індивідуальної річної ефективної дози для персоналу підрядних організацій та величин проектних контрольних рівнів (ПКР) для виконання робіт у неосвоєних приміщеннях або приміщеннях, що не обслуговуються;

складність вибору оптимального варіанта проектних і технічних рішень, які повинні розглядатися за допомогою методу аналізу «доз – витрат – вигоди»;

питання доцільності застосування дезактивації матеріалів, обладнання та інших будівельних конструкцій, що демонтуються у процесі виконання робіт по ПЗЗ;

відсутність вимог і процедур по застосуванню Плану управління ALARA під час реалізації проектів ПЗЗ.

Вирішення зазначених вище проблем можливе шляхом внесення відповідних змін (доповнень) до тексту діючих нормативно-правових актів, що регламентують радіаційну безпеку, або створення нових, спеціальних нормативних документів, де враховано проблеми, що виникають під час виконання робіт на об'єкті «Укриття».

### **Установлення величин контрольних рівнів індивідуальної річної ефективної дози для персоналу підрядних організацій**

В умовах об'єкта «Укриття» КР показників радіаційної обстановки встановлюються тільки для тих приміщень, де в період виконання робіт по його перетворенню можлива присутність персоналу для обслуговування обладнання, що було там встановлено. Для інших приміщень, що не обслуговуються або є неосвоєними, КР для показників потужності дози, щільності поверхневого забруднення та об'ємної активності суміші довгоіснуючих нуклідів у повітрі не регламентуються [1]. Ця вимога документа [1] доречна щодо діяльності по експлуатації об'єкта НБК-ОУ. Проте в той же час вона не може бути прийнята в повному обсязі для робіт підрядних організацій у рамках діяльності по перетворенню об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему, так як зони виконання цих робіт, як правило, розташовуються у приміщеннях, що не обслуговуються чи є неосвоєними, або на зовнішніх конструкціях об'єкта «Укриття».

Як показує досвід виконання робіт на об'єкті «Укриття», у зонах із високими полями гамма-опромінення, які, як правило, відносяться до приміщень, що не обслуговуються або є неосвоєними, указані вище обставини призводять до значних труднощів в організації робіт. Причиною цього є

© Д. В. Городецький, В. В. Деренговський, Л. І. Павловський, 2017

потенційна небезпека перевищення КР індивідуальних річних ефективних доз опромінення працівників саме під час виконання цих робіт та внаслідок їхнього призупинення. При цьому порушується вимоги до безперервності технологічного процесу, що призводить до значних понадпланових фінансових витрат, а також збільшує дефіцит висококваліфікованих фахівців для виконання робіт у зонах із високими значеннями потужності дози.

З огляду на те, що значні об'єми робіт із подальшого перетворення об'єкта «Укриття» будуть виконуватись персоналом підрядних організацій саме у приміщеннях, що не обслуговуються або є неосвоєними, або на зовнішніх конструкціях об'єкта «Укриття», застосування встановленого КР для величини індивідуальної річної ефективної дози (14 мЗв) конче потребує його збільшення для виконання робіт в умовах об'єкта «Укриття».

Таке підвищення величини КР індивідуальної річної ефективної дози вже було обґрунтовано й застосовано на практиці під час реалізації заходів по стабілізації будівельних конструкцій об'єкта «Укриття» (2006 р.), а також під час виконання робіт із будівництва огорожувального контура НБК (2016 р.).

Так, під час реалізації стабілізаційних заходів на об'єкті «Укриття» величина КР індивідуальної річної ефективної дози була встановлена на рівні 35 мЗв (70 % від  $DL_{max}$ ) для робіт по монтажу верхніх блоків металевих конструкцій підсилення, а також на часткове підняття (за допомогою домкратів) блоків балок Б1 і Б2 по осях Ж і П. За своєю суттю ці роботи були не тільки унікальними, а й технічно складними та надзвичайно відповідальними, оскільки вони включали в себе механічні впливи на несучі конструкції об'єкта «Укриття», що було вкрай небезпечно. Роботи такого класу складності вимагали залучення висококваліфікованого персоналу, який досконало володіє не тільки професійними навичками, а й практичним досвідом роботи в умовах об'єкта «Укриття».

Аналогічний підхід також було застосовано і під час будівництва стіни огорожувального контура НБК (у західній частині машинного залу). У цих умовах, враховуючи досвід попередніх робіт, для окремого контингенту робочого персоналу КР річної індивідуальної дози було збільшено вже до 40 мЗв (80 % від  $DL_{max}$ ).

Окрім зазначених вище факторів, це збільшення величини КР було обумовлено високою ймовірністю погіршення поточної радіаційної обстановки в зонах виконання робіт за рахунок виникнення більш інтенсивних джерел іонізуючого випромінювання внаслідок розбирання аварійних завалів та видалення напливів бетону.

Слід зауважити, що згідно з принципами і вимогами до організації радіологічного захисту на об'єкті «Укриття», що визначені в нормативному документі СПРБ-ОУ [2], роботи по стабілізації конструкцій об'єкта «Укриття» і будівництву огорожувального контура НБК, які супроводжувались значним опроміненням персоналу, є безумовно виправданою діяльністю, що запобігла потенційним радіаційним аваріям на об'єкті «Укриття» з тяжкими наслідками.

Розглянуті випадки підвищення величини КР індивідуальної річної ефективної дози під час виконання робіт на об'єкті «Укриття» не суперечать діючим вітчизняним і міжнародним нормам із радіаційної безпеки. Це підтверджується аналізом рекомендацій міжнародних установ та вимог нормативних документів різних держав, включаючи Україну, щодо встановлення ліміту індивідуальної річної дози опромінення.

Так, за вимогами основного вітчизняного нормативного документа НРБУ-97 [3], планування підвищеного опромінення персоналу понад установлений ліміт допускається у випадку непередбачуваних ситуацій під час практичної діяльності, коли наслідки не можуть бути усунені без проведення технологічних операцій, виконання яких призведе до перевищення ліміту дози (п. 5.3.2). При плануванні підвищеного опромінення персоналу використовується значення  $DL_{max}$  за один окремих рік – 50 мЗв (п. 5.3.4). При цьому забороняється повторне плановане підвищене опромінення до повної компенсації попереднього (п. 5.3.8), а також планування підвищеного опромінення жінок у віці до 45 років і чоловіків молодше 30 років (п. 5.3.9).

Аналогічні вимоги до планування підвищеного опромінення персоналу також містяться і в публікаціях МКРЗ [4].

Аналіз нормативних документів країн із розвинутою атомною енергетикою (США, Франція, Японія, Канада та ін.) показує, що величина річної ефективної дози для персоналу встановлена в інтервалі від 20 до 50 мЗв за один календарний рік.

Аналізуючи проблему підвищення КР індивідуальної річної ефективної дози для персоналу підрядних організацій, насамперед необхідно відзначити, що для його підвищення необхідно пройти ряд тривалих процедур, а саме розробити й обґрунтувати необхідність підвищення КР та узгодити їх

із регулюючими органами МОЗ України. Саме тривалість процедури оформлення дозволу на підвищений КР річної індивідуальної дози призводило до порушення технологічного циклу, збільшення термінів виконання робіт із відповідними додатковими витратами по проекту в цілому.

З огляду на високу ймовірність виконання аналогічних робіт у складних радіаційних умовах під час майбутньої запроєктованої діяльності по перетворенню об'єкта «Укриття» (розчищення завалів над деаераторною етажеркою, поводження з ПВМ, ВАВ тощо) пропонується спростити процедуру підвищення КР індивідуальної річної ефективної дози для персоналу підрядних організацій та прописати її у нормативно-технічній документації ДСП ЧАЕС в якості стандарту підприємства (СТП).

Таким чином, спрощення процедури підвищення КР індивідуальної річної ефективної дози для персоналу підрядних організацій призведе до значної економії робочого часу та матеріальних витрат.

Шляхи вирішення проблеми встановлення величин ПКР потужності дози гамма-випромінювання, щільності поверхневого забруднення радіонуклідами, активності радіоактивних аерозолів у повітрі робочої зони для робіт у неосвоєних приміщеннях або приміщеннях, що не обслуговуються, детально розглянуто в роботі [5].

### **Вибір оптимального варіанта проектних і технічних рішень за допомогою методу аналізу «доз – витрат – вигоди»**

Одним з основних заходів по забезпеченню принципу оптимізації протирадіаційного захисту є розробка альтернативних варіантів проектних і технічних рішень, а також вибір їхнього оптимального варіанта. Детальний аналіз нормативних документів ДСП ЧАЕС показує, що в документах відсутнє регламентування виконання оптимізації проектних і технічних рішень діяльності по перетворенню об'єкта «Укриття» на екологічно-безпечну систему. Проте, відповідно до вимог документа [3], проведення такої оптимізації є обов'язковим під час розробки проектних і технічних рішень та організації протирадіаційного захисту.

Згідно з рекомендаціями [6] обґрунтування доцільності застосування того чи іншого заходу по протирадіаційному захисту базується на процедурі порівняння вигоди від реалізації заходу з відповідними витратами, пов'язаними з його реалізацією. Для порівняння витрат і вигоди вони повинні бути кількісно виражені в тих самих величинах.

Вартість кожного заходу визначається проектом. Визначення грошового еквівалента як вигоди, так і витрат від реалізації цього заходу пов'язано з деякими труднощами, тому в процесі прийняття рішень важливо правильно зіставити всі витрати і вигоди від реалізації даного заходу. Захід буде виправданим, якщо вигода від його реалізації буде більша від загальних витрат, пов'язаних із його реалізацією, і оптимальним, якщо чиста вигода від його реалізації - різниця загальної вигоди і загальних витрат - буде максимальною.

За основу методу пропонується взяти рекомендації Міжнародної комісії з радіаційного захисту (МКРЗ) та нормативних документів України, чорнобильської зони відчуження та ДСП ЧАЕС. Найважливішим компонентом у підході МКРЗ до оптимізації є кількісне визначення результатів досліджень з оптимізації в тих випадках, коли це можливо. У виданих раніше публікаціях МКРЗ [7] рекомендованим методом був аналіз витрат і вигоди. У публікації [8] метод аналізу витрат і вигоди наводиться як приклад, проте там рекомендовані для використання й інші методи. Практичні керівні матеріали щодо застосування цих методів викладені в роботах [9, 10]. Як найбільш універсальний (проте й найскладніший у використанні) у цих публікаціях запропоновано метод багатокритеріального аналізу «функції бажаності», як більш розширений метод аналізу «доз – витрат – вигоди».

Аналіз нормативної документації ДСП ЧАЕС показує, що в документах відсутнє регламентування процедур виконання оптимізації проектних і технічних рішень під час діяльності по перетворенню об'єкта «Укриття». Одним із варіантів їхньої оптимізації є застосування методу аналізу «доз – витрат – вигоди», який по відношенню до визначення доцільності дезактивації детально розглянуто в роботі [11].

Складні радіаційні умови та піонерний характер робіт із подальшого перетворення об'єкта «Укриття» (у складі комплексу НБК-ОУ) потребує обов'язкового аналізу та оптимізації кожного проектного і технічного рішення по протирадіаційному захисту, процедура (методика) якого повинна бути детально наведена в новій нормативній документації ДСП ЧАЕС.

## **Визначення доцільності проведення дезактивації матеріалів, обладнання та інших будівельних конструкцій, що демонтуються**

Проблема визначення доцільності дезактивації матеріалів, обладнання та інших будівельних конструкцій, що демонтуються, детально розглянута в роботі [11].

Зважаючи на значні об'єми радіоактивно забруднених матеріалів, що будуть утворюватись, а також впровадження в майбутньому нових технологій і методів дезактивації, у складі нормативно-технічної документації ДСП ЧАЕС повинна бути представлена методика прийняття рішень щодо доцільності виконання дезактивації. Вона повинна мати статус окремого документа або бути додатком до документа рівня СТП.

### **Застосування Плану управління ALARA під час реалізації проектів ПЗЗ**

Відповідно до положень нормативного документа [3] будь-яка діяльність у складних радіаційних умовах об'єкта «Укриття» повинна базуватись на принципі оптимізації протирадіаційного захисту під час вибору конструктивних і технологічних рішень для її реалізації.

Загальна стратегія виконання робіт по перетворенню об'єкта «Укриття» ґрунтується на максимальному (з урахуванням економічних і соціальних факторів) зменшенні доз опромінення персоналу та радіаційних впливів на навколишнє середовище, тобто базується на дотриманні принципу ALARA.

Аналіз нормативних документів ДСП ЧАЕС [2] показує, що в документах відсутня регламентація не тільки процедур оптимізації проектних технологічних і технічних рішень за Планом управління ALARA, а й вимоги щодо його розробки і застосування на всіх етапах реалізації проекту - передпроектних дослідженнях, проектуванні, будівництві та введенні в експлуатацію. Проте під час проектування діяльності в рамках ПЗЗ такі розділи в проектній документації в основному були присутні, а їхній зміст було схвалено регулюючими органами України під час виконання експертизи.

Метою розділу Плану управління ALARA у складі проектної документації є аналіз ефективності застосування принципу оптимізації під час проектування і розробки технологічних операцій, які будуть застосовані під час будівництва та введення в експлуатацію об'єкта, що проектується. Для складання розділу Плану управління ALARA необхідно виконання певних процедур (етапів) ALARA-аналізу, що наведено нижче.

До початку проектування, з метою отримання вихідних даних, необхідно провести передпроектні дослідження (уточнення) радіаційної обстановки в майбутніх зонах виконання робіт (ЗВР).

На підставі наявних даних визначаються граничні умови, що встановлюють область можливих рішень по оптимізації (термін реалізації проекту, КР доз опромінення персоналу, межі ЗВР, наявність негативних факторів об'єкта "Укриття" в безпосередній близькості від ЗВР та ін.). Як правило, до основних критеріїв оптимізації належать такі: колективна ефективна доза; радіаційні ризики внаслідок потенційних аварій; ризики погіршення умов проведення регламентних та інших робіт; трудомісткість робіт; вартість проекту; термін реалізації проекту.

На наступному етапі розглядаються альтернативні варіанти різних аспектів виконання робіт, що проектується: організації будівництва (модернізації або демонтажу); шляхів доступу у ЗВР; застосування різних типів обладнання та механізмів.

Для обраного варіанта розробляються заходи щодо забезпечення радіаційної безпеки (РБ) та оцінюються індивідуальні та колективні дози опромінення. Після цього необхідно проаналізувати можливі додаткові заходи щодо зменшення доз опромінення персоналу та обрати оптимальний перелік таких заходів (дезактивація, пилопригнічення, екранування потужних джерел випромінювання у ЗВР, застосування додаткових засобів індивідуального захисту тощо).

На етапі будівництва, для поточного проведення ALARA-аналізу у процесі виконання робіт, як правило, створюється спеціальна група фахівців у галузі радіаційної безпеки з ДСП ЧАЕС та підрядних організацій. Група забезпечує оперативне планування з питань РБ та внесення необхідних коректив (за необхідності). Після розробки детальних процедур вона повинна постійно виконувати поточний ALARA-аналіз, який буде завершуватися щомісячним (щотижневим) звітом.

Під час реалізації проекту і накопичення даних повинен здійснюватися ALARA-аналіз усього процесу виконання робіт. Періодично (один раз у квартал або щомісяця) повинен розглядатися звіт про стан рівня РБ під час виконання робіт і про хід виконання робіт по проекту. Відповідальним за проведення нарад з безпеки, як правило, є заступник генерального директора ДСП ЧАЕС із ліцензування та відомчого нагляду. На засіданнях повинен проводитися постійний аналіз порушень правил

охорони праці, пожежної безпеки і РБ, які були допущені персоналом підрядних організацій при виконанні робіт. За необхідності приймаються адекватні захисні та запобіжні заходи.

Отже, конче необхідно внести в нормативну документацію ДСП ЧАЕС (на рівні СТП) указані вище вимоги і процедури по застосуванню Плану управління ALARA під час реалізації проектів ПЗЗ та подальшої діяльності по перетворенню об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему.

### Висновки

Для вирішення проблем забезпечення прийняттого рівня РБ під час введення в експлуатацію та експлуатації комплексу НБК-ОУ пропонується на базі галузевого нормативного документа СТП 3.014-2004 «Санітарні правила радіаційної безпеки при виконанні і проектуванні робіт на об'єкті "Укриття" (СПРБ-ОУ) розробити новий нормативний документ для нового інтегрованого об'єкта НБК-ОУ «Санітарні правила радіаційної безпеки при виконанні і проектуванні робіт на НБК-ОУ» (СПРБ-НБК-ОУ), в якому, зокрема, передбачити:

процедуру застосування підвищеної величини КР індивідуальної річної ефективної дози (до 50 мЗв за календарний рік) для персоналу підрядних організацій шляхом уведення її в нову нормативно-технічну документацію ДСП ЧАЕС;

запровадження методики встановлення ПКР для показників радіаційної обстановки у ЗВР;

запровадити методику оптимізації проектних і технічних рішень по протирадіаційному захисту на основі методу аналізу «доз – витрат – вигоди»;

запровадити методику прийняття рішень щодо доцільності виконання дезактивації матеріалів, що утворюються внаслідок демонтажу конструкцій, у вигляді окремого нормативного документа;

внести вимоги і процедури по застосуванню Плану управління ALARA як обов'язкові під час розробки проектно-технічної документації.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Контрольные уровни радиационной безопасности 41-ПС.* – ГСП ЧАЭС, 2012.
2. *Санитарные правила радиационной безопасности при выполнении и проектировании работ на объекте "Укрытие" (СПРБ-ОУ).* – ГСП ЧАЭС, 2004. – 154 с.
3. *ДГН 6.6.1.-6.5.001-98.* Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). Державні гігієнічні нормативи. – МОЗ України, 1998.
4. *Норми МАГАТЕ з безпеки для захисту людей і навколишнього середовища.* Радіаційний захист та безпека джерел: "Міжнародні основні норми безпеки. Загальні вимоги безпеки". – Ч. 3. – Додаток 3. – 104 с.
5. *Проблеми визначення проектних контрольних рівнів показників радіаційної обстановки на робочих місцях під час проектування робіт на об'єкті «Укриття»* / В. М. Рудько, Л. І. Павловський, А. О. Сізов, Д. В. Городецький, А. О. Холодюк // Проблеми чорнобильської зони відчуження. – 2015. – Вип. 13 – 14. – С. 70 – 80.
6. *НП 306.2.141-2008* Загальні положення безпеки атомних станцій.
7. *Cost-Benefit Analysis in the Optimization of Radiation Protection.* ICRP Publication 37. Ann. ICRP 10 (2-3), 1983.
8. *ICRP Publication 55. Optimization and Decision-Making in Radiological Protection.* – Oxford : Pergamon Press, 1988. – 60 p.
9. *Commission of the european communities, ALARA: From Theory Towards Practice,* Rep. EUR 13796, CEC, Luxembourg (1991).
10. *National council on radiation protection and measurements, Dose Control at Nuclear Power Plants,* NCRP Rep. No. 120, NCRP, Bethesda, MD (1994).
11. *Проблема визначення доцільності дезактивації радіоактивно забруднених об'єктів при перетворенні об'єкта "Укриття" на екологічно безпечну систему та шляхи її вирішення* / Д. В. Городецький, В. В. Деренговський, Л. І. Павловський // Проблеми безпеки атомних електростанцій і Чорнобиля. – 2017. – Вип. 28. – С. 34 – 41.

**Д. В. Городецкий, В. В. Деренговский, Л. И. Павловский**

*Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, ул. Кирова, 36а, Чернобыль, 07270, Украина*

### ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫХ ДОКУМЕНТОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРЕОБРАЗОВАНИИ ОБЪЕКТА «УКРЫТИЕ»

Проанализирован опыт по обеспечению норм радиационной безопасности при выполнении работ в радиационно-опасных зонах объекта «Укрытие». Показано, что выявленные проблемы требуют внесения соответствующих дополнений в текст действующих нормативно-правовых актов, регламентирующих радиационную

безопасность, или создание новых специальных нормативных документов для решения проблем радиационной безопасности при преобразовании объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему в составе комплекса НБК-ОУ.

*Ключевые слова:* радиационная безопасность, ЧАЭС, НБК-ОУ.

**D. V. Gorodetskiy, V. V. Derengovskiy, L. I. Pavlovskiy**

*Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants, NAS of Ukraine, Kirova str., 36a, Chornobyl, 07270, Ukraine*

## **PROPOSALS FOR IMPROVEMENT OF NORMATIVE-LEGAL INSTRUMENTS FOR PROVIDING RADIATION SAFETY IN TRANSFORMATION OF THE OBJECT "UKRYTTYA"**

The application of regulatory and legal measures is the basis of the entire radiation safety system of any radiation-nuclear facility, which ensures that the personnel and the environment do not exceed and optimize doses of radiation. The need for correction (adaptation) of existing documents regulating normative-legal measures is revealed in the process of their practical application, especially in such complicated and unique radiation conditions, which characterizes the object "Ukryttya". The analysis of experience gained in previous years on the implementation of the Shelter Implementation Plan (SIP) on the object "Ukryttya" revealed a number of problems in ensuring an acceptable level of radiation safety during work in particularly dangerous areas, namely: the problem of setting individual control levels (CL) of an individual annual effective dose for the Contractor's personnel and the design control levels (DCL) for work in undeveloped or unoccupied premises; the complexity of choosing the optimal variant of design and technical solutions, which should be considered using the method "Cost-benefit analysis"; the question of the appropriateness of decontamination of materials, equipment and other building structures that are dismantled during the execution of works on the SIP; lack of requirements and procedures for the implementation of the ALARA Management Plan in the implementation of SIP projects. The solution of the above-mentioned problems is possible by making appropriate amendments (additions) to the text of the existing regulatory acts regulating radiation safety, or the creation of new, special regulatory documents, which takes into account the problems that arise during the work on the object "Ukryttya".

*Keywords:* radiation safety, ChNPP, NSC-OU.

### REFERENCES

1. *Control levels of radiation safety of 41-SS-SSE ChNPP, 2012. (Rus)*
2. *Sanitary rules for radiation safety in the execution and design of works at the Shelter (SPRB-OU) SSE ChNPP, 2004. – 154 c. (Rus)*
3. *ДГН 6.6.1.-6.5.001-98. Norms of Radiation Safety (NRBU-97). The Ministry of Health of Ukraine, 1997. (Ukr)*
4. *IAEA Safety Standards for the protection of people and the environment. Radiation protection and safety sources: "International Basic Safety Standards - General Safety Requirements". – Part 3. – Annex 3. – 104 p. (Ukr)*
5. *Problems of determination of design control levels of indicators of the radiation situation at workplaces during designing works at the Shelter object / V. M. Rudko, L. I. Pavlovskiy, A. O. Sizov, D. V. Gorodetskiy, A. O. Holodyuk // Problems of the Chornobyl Exclusion Zone. – 2015. – Iss. 13 – 14. – C. 70 – 80. (Ukr)*
6. *NP 306.2.141-2008 General provisions of the safety of nuclear power plants. (Ukr)*
7. *Cost-Benefit Analysis in the Optimization of Radiation Protection. ICRP Publication 37. Ann. ICRP 10 (2-3), 1983.*
8. *ICRP Publication 55. Optimization and Decision-Making in Radiological Protection. – Oxford : Pergamon Press, 1988. – 60 p.*
9. *Commission of the European communities, ALARA: From Theory Towards Practice, Rep. EUR 13796, CEC, Luxembourg (1991).*
10. *National council on radiation protection and measurements, Dose Control at Nuclear Power Plants, NCRP Rep. No. 120, NCRP, Bethesda, MD (1994).*
11. *Issues feasibility of decontamination of radioactively contaminated objects when converting object "Ukryttya" into ecologically safe system and its solving / D. V. Gorodetskiy, V. V. Dergenovskiy, L. I. Pavlovskiy // Problemy bezpeky atomnykh electrostantsiy i Chornobylya (Problems of Nuclear Power Plants' Safety and of Chornobyl). – 2017. – Iss. 28. – C. 34 – 41. (Ukr)*

Надійшла 16.10.2017

Received 16.10.2017