

**М. М. Талерко^{1,*}, Т. Д. Лев¹, А. В. Носовський¹,
В. М. Рудько¹, А. М. Новіков¹, О. В. Блохіна²**

¹ *Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, Київ, Україна*

² *Філія "ВП "Атомпроєктінжиніринг" АТ "НАЕК "Енергоатом", Київ, Україна*

*Відповідальний автор: ntalerko@gmail.com

РОЗРАХУНОК РОЗМІРІВ ЗОНИ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ АЕС З УРАХУВАННЯМ ЕНЕРГОБЛОКІВ № 5 ТА 6 З РЕАКТОРНОЮ УСТАНОВКОЮ АР1000

Виконано оцінювання розмірів зони спостереження (ЗС) Хмельницької АЕС (ХАЕС) з урахуванням потенційного впливу запланованих до будівництва енергоблоків № 3 і 4 з реактором типу ВВЕР-1000 та № 5 і 6 з реактором типу АР1000 виробництва Westinghouse Electric Company. Розрахунки проводилися на основі вимог документу НП 306.2.173-2011 «Вимоги щодо визначення розмірів і меж зони спостереження атомної електричної станції». При розрахунках доз опромінення населення в початковий період радіаційної аварії враховувалися внески від інгаляційного надходження радіонуклідів в організм людини та зовнішнього опромінення від хмари викиду та від випадінь на поверхню ґрунту. Розміри ЗС ХАЕС визначалися на основі неперевикнення критеріїв уведення невідкладних контрзаходів (нижніх меж виправданості) у випадку запроєктної аварії на одному з енергоблоків. Визначальним для встановлення розмірів ЗС є неперевикнення критерію по ефективній дозі опромінення критичної вікової групи «1 рік» при запроєктній аварії на енергоблоках з реакторними установками ВВЕР-1000. Головним шляхом формування ефективної дози опромінення є зовнішнє опромінення людини від випадінь на поверхню ґрунту. Найбільший внесок в ефективну дозу для критичної вікової групи населення «1 рік» дає ¹³¹⁻¹³⁵I. Розмір ЗС ХАЕС, розрахований за умови вводу в експлуатацію всіх шести енергоблоків, становить 13600 м. Зроблено висновок про недоцільність перегляду розмірів ЗС ХАЕС після вводу в експлуатацію нових блоків.

Ключові слова: АЕС, зона спостереження, реакторна установка АР1000, реакторна установка ВВЕР-1000, запроєктна аварія, ефективна доза опромінення.

**М. М. Talerko^{1,*}, Т. D. Lev¹, A. V. Nosovskyi¹, V. M. Rudko¹,
A. M. Novikov¹, O. V. Blokhina²**

¹ *Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants, National Academy of Sciences of Ukraine,
Kyiv, Ukraine*

² *Separate Division "Atomproektengineering" of SE NNEGC "Energoatom", Kyiv, Ukraine*

*Corresponding author: ntalerko@gmail.com

ASSESSMENT OF THE SIZE OF THE KHMELNYTSKYI NPP OBSERVATION ZONE TAKING INTO ACCOUNT POWER UNITS No. 5 AND 6 WITH THE AP1000 REACTOR

An assessment of the size of the observation zone (OZ) of the Khmelnytskyi NPP was carried out, taking into account the potential impact of power units No. 3 and 4 with the VVER-1000 reactor and No. 5 and 6 with the AP1000 reactor manufactured by the Westinghouse Electric Company. The calculations were carried out based on the requirements of the document NP 306.2.173-2011 "Requirements for determining the dimensions and boundaries of the observation zone of a nuclear power plant". When calculating the radiation doses to the population in the initial period of the radiation accident, contributions from the inhalation of radionuclides into the human body and external radiation from the cloud and fallout on the soil surface were taken into account. The size of the observation zone of the Khmelnytskyi NPP was determined based on not exceeding the criteria for the introduction of urgent countermeasures (lower limits of justification) in the event of a beyond-basis design accident at one of the power units. The determining factor for determining the OZ size is not exceeding the criterion for the effective radiation dose for the critical age group "1 year" in the event of an accident at power units with VVER-1000 reactors. The main way of forming an effective dose of radiation is external exposure from depositions on the ground (93 % for 1-year-old children and 94 % for adults). The main part of the effective dose for the critical age group "1 year" is formed due to the contribution of ¹³¹⁻¹³⁵I in aerosol and organic forms, which is almost 89 %. The share of long- and medium-lived radionuclides in the form of aerosols is about 7.3 %, of which 6.9 % is the contribution of cesium isotopes. The contribution of inert radioactive gases is about 4 %. The size of the observation zone of the Khmelnytskyi NPP, calculated on the condition that all six power units are put into operation, is obtained to be 13.600 m. A conclusion was made that re-establishment of the dimensions of the observation zone of the Khmelnytskyi NPP is not advisable after the commissioning of the new units No. 3 and 4 with VVER-1000 reactors and No. 5 and 6 units with AR1000 reactors.

Keywords: nuclear power plant, observation zone, AP1000 reactor, VVER-1000 reactor, beyond design basis accident, effective radiation dose.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

1. Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» від 02.02.95 р. № 39/95-ВР. Відомості Верховної Ради України 12 (1995) ст. 82. / Law of Ukraine “On use of nuclear power and radiation safety” of 02/02/95, No. 39/95VR (1995). Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine 12 (1995) art. 82. (Ukr)
2. НП 306.2.173–2011. Вимоги щодо визначення розмірів і меж зони спостереження атомної електричної станції (Затвердж. наказом Держатомрегулювання України та МОЗ України від 07.11.2011 № 153/766) 22 с. / NP 306.2.173–2011. Requirements for determining the dimensions and boundaries of the observation zone of a nuclear power plant (Approved by the order of the State Committee for Nuclear Regulation of Ukraine and the Ministry of Health of Ukraine dated on 11/07/2011 No. 153/766) 22 p. (Ukr)
3. ДСП 6.177-2005-09-02. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України. Державні санітарні правила (ОСПУ-2005). / State sanitary rules 6.177-2005-09-02. Basic sanitary rules for radiation protection of Ukraine. State sanitary rules (Basic sanitary rules of Ukraine-2005). (Ukr)
4. НП 306.2.141–2008. Загальні положення безпеки атомних станцій (Затвердж. наказом Держатомрегулювання від 19.11.2007 № 162). / Normative provisions 306.2.141-2008. General safety regulations of nuclear power plants (Approved by the order of the State Committee for Nuclear Regulation of 11/19/2007 No. 162). (Ukr)
5. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). Державні гігієнічні нормативи ДГН 6.6.1. - 6.5.061-2000. / Radiation Safety Standards of Ukraine (RSSU-97). State hygiene standards 6.6.1. - 6.5.061-2000. (Ukr)
6. Про затвердження Вимог з безпеки до вибору майданчика для розміщення атомної станції (Затвердж. наказом Держатомрегулювання від 07.04.2008 № 68). / On approval the safety requirements for site selection for the placement of a nuclear power plant (Approved by the order of the State Committee for Nuclear Regulation of 04/07/ No. 68). (Ukr)
7. В.И. Богорад и др. Обоснование размеров зоны наблюдения АЭС. Ядерна та радіаційна безпека 2(58) (2013) 39. / V.I. Bogorad et al. Justification of the size of the NPP observation zone. Nuclear & Radiation Safety 2(58) (2013) 39. (Rus)
8. К.В. Грибан и др. Состояние проблемы зонирования территории вокруг АЭС. Ядерна та радіаційна безпека 1(65) (2015) 26. / K.V. Griban et al. State of the territory zoning problem around the NPP. Nuclear & Radiation Safety 1(65) (2015) 26. (Rus)
9. НП 306.2.141-2008. Загальні положення безпеки атомних станцій (Затвердж. наказом Держатомрегулювання 19.11.2007 № 162 в редакції наказу Державної інспекції ядерного регулювання України від 04.03.24 р. № 195). / Normative provisions 306.2.141-2008. General safety regulations of nuclear power plants (Approved by the order of the State Committee for Nuclear Regulation of 11/19/2007 No. 162 as amended by the order of the State Nuclear Regulatory Inspectorate of 03/04/24 No. 195). (Ukr)
10. СОУ НАЕК 023:2014. Забезпечення радіаційної безпеки. Порядок встановлення розмірів санітарно-захисної зони АЕС (Київ, ДП «НАЕК «Енергоатом», 2014) 37 с. / Standard of organization of Ukraine SOU NAEC 023:2014. Radiation safety. The procedure for the establishment of sizes of the NPP sanitary protective zone (Kyiv, SE “NNEGC “Energoatom”, 2014) 37 p. (Ukr)
11. М.М. Талерко та ін. Розрахунок розмірів санітарно-захисної зони Хмельницької АЕС з урахуванням будівництва енергоблоків №№ 5, 6 з реакторною установкою AP1000. Ядерна енергетика та довкілля (2024, прийнято до друку). / M.M. Talerko et al. Assessment of the size of the Khmelnytskyi NPP sanitary protection zone taking into account the construction of power units No. 5, 6 with the AP1000 reactor. Nuclear Power and the Environment. (2024, in press) (Ukr)
12. Б.С. Пристер и др. Проблемы безопасности атомной энергетики. Уроки Чернобыля (Чернобыль: Ин-т проблем безопасности АЭС, 2013) 200 с. / B.S. Prister et al. Safety Problems of Atomic Energy. Lessons from Chernobyl (Chernobyl: Institute for Safety Problems of NPPs, 2013) 200 p. (Rus)
13. *Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe Conditions at a Light Water Reactor. EPR-NPP Public Protective Actions* (Vienna: IAEA, 2013) 133 p.
14. Хмельницька АЕС. Енергоблок № 2. Остаточний звіт з аналізу безпеки. Глава 2. Характеристика району та майданчика АЕС (НАЕК «Енергоатом», ВП «Хмельницька АЕС», 2023) 78 с. / Khmelnytskyi NPP. Power unit No. 2. Final Safety Analysis Report. Chapter 2. Characteristics of the NPP area and site (SE NNEGC “Energoatom”, PE “Khmelnytskyi NPP”, 2023). (Ukr)
15. А.М. Курганов. Таблицы параметров предельной интенсивности дождя для определения расходов в системах водоотведения (Москва: Стройиздат, 1984) 112 с. / A.M. Kurganov. Tables of Parameters of the Maximum Intensity of Rain for Determining the Flow Rates in Drainage Systems (Moskva: Stroyizdat, 1984) 112 p. (Rus)
16. ХАЕС. Енергоблок № 1. Звіт з аналізу безпеки. Глава 5. Аналіз запроектних аварій. Частина 2. Додаткові розрахункові обґрунтування та розробка фінальних звітів з АЗПА. Книга 4. Рекомендації з протиаварійних дій персоналу. Кінцевий перелік ЗПА. 24.1.42.ОБ.03.02.04 (редакція 2) (ДП «НАЕК «Енергоатом», ВП «Хмельницька АЕС», 2024) 215 с. / Khmelnytskyi NPP. Power unit No. 1. Safety Analysis Report. Chapter 5. Analysis of beyond design basis accidents. Part 2. Additional calculation justifications and development of final reports on analysis of beyond design basis accidents. Book 4. Recommendations for personnel emergency actions.

The final list of beyond design basis accidents. 24.1.42.OB.03.02.04 (2 edn.) (SE NNEGC “Energoatom”, PE “Khmelnyskyi NPP”, 2024) 215 p. (Ukr)

17. EA Questionnaire Response with AP1000 Overview and Plant Description. Attachment 4. Supporting Tables with detailed information for the EA Questionnaire (Westinghouse Electric Company LLC, 2022) 115 p.
18. L. Soffer et al. Accident Source Terms for Light-Water Nuclear Power Plants. Final report. NUREG-1465 (Washington, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1995) 38 p.
19. Alternative Radiological Source Terms for Evaluating Design Basis Accidents at Nuclear Power Reactors. Regulatory Guide 1.183. Revision 1 (Washington, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 2023) 87 p.
20. *AP1000 Design Control Document*. Revision 19. Chapter 15. Accident Analyses. 15.6 Decrease in Reactor Coolant Inventory (Westinghouse Electric Company LLC, 2011) 263 p.

Надійшла / Received 21.10.2024