

УДК 621.039:006.4.2:002

DOI: 10.30838/UJCEA.2312.301024.21.1088

ПІДХОДИ ДО ПОДОВЖЕННЯ РЕСУРСУ БІОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ ЯДЕРНИХ УСТАНОВОК АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ УКРАЇНИ

БЄЛІКОВ А. С.¹, докт. техн. наук, проф.,
ПИЛИПЕНКО О. В.^{2*}, канд. техн. наук, доц.,
ШАЛОМОВ В. А.³, канд. техн. наук, доц.,
ГВАДЖАІА Б. Д.⁴, канд. техн. наук,
ДУБОВ Т. М.⁵, канд. техн. наук, доц.

¹ Кафедра охорони праці, цивільної та техногенної безпеки, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-73, e-mail: belikov@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

^{2*} Кафедра охорони праці, цивільної та техногенної безпеки, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: pylypenko.oleksandr@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-9644-3118

³ Кафедра охорони праці, цивільної та техногенної безпеки, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-73, e-mail: shalomov.volodymyr@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-6890-932X

⁴ Штаб цивільного захисту ректорату, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (066) 237-68-24, e-mail: hvadzhaia.bezhan@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0001-5567-908X

⁵ Кафедра цивільної інженерії, технології будівництва та захисту довкілля, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, вул. Сергія Єфремова, 25, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-73, e-mail: dubov.t.m@365.dsau.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-1740-9251

Анотація. Постановка проблеми. Забезпечення безпеки роботи атомних станцій – одна з основних проблем національної безпеки України. Експлуатація діючих енергоблоків атомних електростанцій в Україні завжди була пов'язана з ризиком витоку радіаційних речовин у ґрунт, річку або атмосферу. З кінця 2000-х років перед енергетиками постала досить суттєва проблема: як подовжити нормативну експлуатацію та подовжити використання біологічного захисту блоків? У країні експлуатується 15 енергоблоків АЕС, три енергоблоки ЧАЕС знімаються з експлуатації в Чорнобильській зоні відчуження, енергоблок № 4 – разом з об'єктом «Укриття» й новим безпечним конфайнментом перебуває у процесі перетворення на екологічно-безпечну систему. Україна має низку об'єктів із відпрацьованим ядерним паливом, радіоактивними відходами й джерелами іонізуючого випромінювання. Окрім того, радіаційні технології використовуються у промисловості, медицині, науці та інших галузях. **Мета статті** – аналіз технічного стану та експлуатації енергоблоків атомних електростанцій України та розгляд питання щодо оцінення фізичного зносу конструкцій блоків АЕС та заходів, спрямованих на посилення безпеки їх експлуатації. Подальше підвищення рівня безпеки експлуатації енергоблоків, зменшення ризиків виникнення аварій на АЕС під час стихійного лиха або інших екстремальних ситуацій, підвищення ефективності управління проектними і запроектованими аваріями на АЕС, мінімізація їх наслідків. **Висновок.** Розглянуті питання щодо подовження ресурсу експлуатації енергетичних блоків, що експлуатуються в Україні, дуже актуальні. Подовження ресурсу біологічного захисту блоків атомних станцій з урахуванням національного та міжнародного досвіду дозволяє подовжити експлуатацію атомної станції без зупинки та консервування. З урахуванням фактичного стану будівельних конструкцій блоків запропоновано удосконалену систему управління, яка дозволяє оцінити ризики виникнення позаштатних та аварійних ситуацій у процесі експлуатації обладнання енергетичних блоків та усунення порушень під час планових проектних та ремонтних робіт.

Ключові слова: біологічний захист; атомна електростанція; ядерна безпека; аварія; експлуатація енергоблоків; підвищення безпеки; будівельні конструкції

APPROACHES TO EXTENDING THE LIFE OF BIOLOGICAL PROTECTION OF NUCLEAR FACILITIES AT UKRAINIAN NUCLEAR POWER PLANTS

BIELIKOV A.S.¹, Dr. Sc. (Tech.), Prof.,

PYLYPENKO O.V.^{2*}, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,
SHALOMOV V.A.³, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,
HVADZHAIA B.D.⁴, *Cand. Sc. (Tech.)*,
DUBOV T.M.⁴, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*

¹ Department of Labor Protection, Civil and Technogenic Safety, Ukrainian State University of Science and Technologies, ESI "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Architect Oleh Petrov Str., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-57, e-mail: belikov@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

^{2*} Department of Labor Protection, Civil and Technogenic Safety, Ukrainian State University of Science and Technologies, ESI "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Architect Oleh Petrov Str., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-73, e-mail: pylypenko.oleksandr@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-9644-3118

³ Department of Labor Protection, Civil and Technogenic Safety, Ukrainian State University of Science and Technologies, ESI "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Architect Oleh Petrov Str., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-57, e-mail: shalomov.volodymyr@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-6890-932X

⁴ Civil Defence Headquarters, Ukrainian State University of Science and Technologies, ESI "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Architect Oleh Petrov Str., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (066) 237-68-24, e-mail: hvadzhaia.bezhan@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0001-5567-908X

⁵ Department of Civil Engineering, Construction Technology and Environmental Protection, Dnipro State Agrarian and Economic University, 25, Serhii Yefremov Str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-73, e-mail: dubov.t.m@365.dsau.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-1740-9251

Abstract. Problem statement. Ensuring the safety of nuclear power plants is one of the main issues of Ukraine's national security. The operation of operating nuclear power units in Ukraine has always been associated with the risk of radiation leakage into the soil, rivers or the atmosphere. Since the late 2000s, the power industry has faced a significant challenge: 'How to extend the regulatory operation and prolong the use of biological protection of the units?' There are 15 nuclear power units in operation in the country, three ChNPP units are being decommissioned in the Chernobyl Exclusion Zone, and Unit 4, together with the Shelter and the new safe confinement, is in the process of being transformed into an environmentally safe system. Ukraine has a number of facilities with spent nuclear fuel, radioactive waste and ionising radiation sources. In addition, radiation technologies are used in industry, medicine, science and other sectors. **The purpose of the article** – analysis of the technical condition and operation of Ukrainian nuclear power units and consideration of the issue of assessing the physical deterioration of NPP unit structures and measures aimed at improving their operational safety. To further improve the level of safety of power units, reduce the risks of accidents at NPPs during natural disasters or other extreme situations, improve the efficiency of managing design and beyond-design basis accidents at NPPs, and minimise their consequences. **Conclusion.** The considered issues on lifetime extension of power units in operation in Ukraine are highly relevant. The issue of extending the life of biological protection of nuclear power units, taking into account national and international experience, allows to continue operation of a nuclear power plant without shutdown and mothballing. Taking into account the actual state of the building structures of the units, an improved control system was proposed that allows assessing the risks of abnormal and emergency situations during the operation of power unit equipment and eliminating violations during scheduled design and repair work.

Keywords: *biological defence; nuclear power plant; nuclear safety; accident; power unit operation; safety improvement; building structures*

Постановка проблеми. Експлуатація діючих енергоблоків атомних електростанцій (АЕС) в Україні завжди була пов'язана з ризиком витоку радіаційних речовин у ґрунт, річку або атмосферу. З кінця 2000-х років перед енергетиками постала досить суттєва проблема: як продовжити нормативну експлуатацію та використання біологічного захисту блоків? [1–2].

У країні експлуатується 15 енергоблоків АЕС, три енергоблоки ЧАЕС зняті з експлуатації в Чорнобильській зоні відчуження, енергоблок № 4 – разом з

об'єктом «Укриття» й новим безпечним конфайнментом перебуває у процесі перетворення на екологічно-безпечну систему.

Україна має низку об'єктів із відпрацьованим ядерним паливом, радіоактивними відходами й джерелами іонізуючого випромінювання. Окрім того, радіаційні технології використовуються у промисловості, медицині, науці та інших галузях.

Аналіз публікацій. У 2017 році Україна приєдналась до першої тематичної партнерської перевірки, яка була організована

Європейською комісією на основі пропозицій Західноєвропейської асоціації ядерних регуляторів (WENRA), погоджених Європейською групою регуляторів у сфері ядерної безпеки (ENSREG), за напрямом «Управління старінням» [3].

Перевіркою було охоплено енергоблоки АЕС та дослідні реактори з потужністю більше 1 МВт, що перебували в експлуатації станом на 31 грудня 2017 року або будувались станом на 31 грудня 2016 року, результати яких наведено у звітах [4–6]:

European Nuclear Safety Regulator's Group ENSREG 1st Topical Peer Review Report «Ageing Management». October 2018 та European Nuclear Safety Regulator's Group ENSREG 1st Topical Peer Review «Ageing Management» Country specific findings. October 2018.

У документах [1; 2] для кожної країни-учасниці партнерської перевірки визначено статус виконання, приклади кращих практик, а також сформовано напрями, що потребують покращення, для яких кожна країна повинна скласти національний план дій зі строками виконання відповідних заходів. Цей план має на меті забезпечити моніторинг прогресу щодо низки результатів досліджень, отриманих шляхом тематичної партнерської перевірки, та постає документом, що інформує про подальші заходи з усунення виявлених недоліків за результатами тематичної партнерської перевірки.

У межах цієї діяльності Держатомрегулювання за підтримки колективів ДНТЦ ЯРБ, ДП НАЕК «Енергоатом», а також Інституту ядерних досліджень НАН України, у 2017 році розроблено й оприлюднено «Національний звіт до першої тематичної партнерської перевірки за напрямом «Управління старінням» [3]. Цей та інші звіти країн-учасниць були проаналізовані спеціалізованими експертними групами, організованими ENSREG для незалежної перевірки. Загалом до національних звітів

подано 2 300 коментарів і зауважень, а у травні 2018 року у Люксембургу проведено тижневий семінар, на якому обговорено результати самооцінки щодо першої партнерської перевірки. За підсумками цього семінару ENSREG сформовано й оприлюднено два звіти з відповідними результатами.

Аналіз останніх досліджень [7–9] показав, що в Україні забезпечено сталий та безпечний режим роботи АЕС відповідно до Закону України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» та положень Конвенції про ядерну безпеку [10–12]. На системній основі впроваджуються заходи з підвищення рівня безпеки діючих АЕС відповідно до вимог національних норм, правил і стандартів з ядерної та радіаційної безпеки, рекомендацій Міжнародного агентства з атомної енергії (МАГАТЕ) та з урахуванням передової міжнародної практики [13; 14].

Мета статті – аналіз технічного стану та експлуатації енергоблоків атомних електростанцій України та розгляд питання щодо оцінки фізичного зносу конструкцій блоків АЕС та заходів, спрямованих на підвищення безпеки їх експлуатації; подальшого підвищення рівня безпеки експлуатації енергоблоків, зменшення ризиків виникнення аварій на АЕС під час стихійного лиха або інших екстремальних ситуацій, підвищення ефективності управління проєктними і запроєктними аваріями на АЕС, мінімізація їх наслідків.

Результати досліджень. Україна експлуатує 15 енергоблоків і посідає 9-те місце у світі за цим показником, а за встановленою потужністю енергоблоків – 7-ме місце. Єдиним оператором усіх діючих атомних електростанцій в Україні постає ДП «НАЕК «Енергоатом», до складу якого входять чотири АЕС із загальною встановленою потужністю діючих енергоблоків 13 835 МВт.

За 2017 рік вироблено 85,576 млрд кВт·год., що становить 55,1 % від загального виробництва електроенергії в Україні. Коефіцієнт використання встановленої потужності (КВВП) АЕС у 2017 році склав 70,6 %. За 2018 рік вироблено 84,398 млрд

кВт·год., що становить 53,0 % від загального виробництва електроенергії в Україні. КВВП АЕС у 2018 році склав 69,6 %. За 2019 рік вироблено 83,003 млрд кВт·год., що становить 53,9 % від загального виробництва електроенергії в Україні. КВВП АЕС у 2019 році склав 73,4 %. За 2020 рік вироблено 76,202 млрд кВт·год., що становить 51,2 % від загального виробництва електроенергії в Україні. КВВП АЕС у 2020 році склав 65,2 %. За 2021 рік вироблено 86,422 млрд кВт·год., що становить 55,2 % від загального виробництва електроенергії в Україні. КВВП АЕС у 2021 році склав 71,1 % (рис. 1).

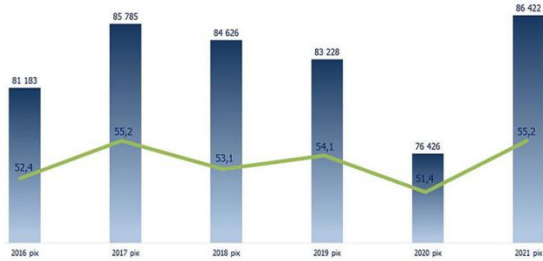


Рис. 1. Виробництво електроенергії(млн. кВт·год.) та частка в загальному енергобалансі

Партнерські перевірки WANO1 і МАГАТЕ підтвердили безпеку експлуатації енергоблоків АЕС України, робіт, що ведуться на всіх енергоблоках у рамках діючих програм із підвищення безпеки та продовження терміну експлуатації енергоблоків АЕС.

Посилення безпеки АЕС. Заходи з підвищення безпеки енергоблоків АЕС України [15–18] впроваджуються відповідно до «Комплексної (зведеної) програми підвищення рівня безпеки енергоблоків атомних електростанцій (К(з)ППБ)», затвердженої Кабінетом Міністрів України 2011 року (рис. 2). У 2015 році Кабінет Міністрів України продовжив термін дії К(з)ППБ до 2020 року. Мета К(з)ППБ:

- подальше підвищення рівня безпеки експлуатації енергоблоків АЕС;
- зменшення ризиків виникнення аварій на АЕС під час стихійного лиха або інших екстремальних ситуацій;
- підвищення ефективності управлін-

ня проєктними і запроєктними аваріями на АЕС, мінімізація їх наслідків.



Рис. 2. Комплексна програма підвищення безпеки енергоблоків АЕС України

В основу К(з)ППБ покладено заходи з підвищення безпеки попередньої програми: «Концепції підвищення безпеки діючих енергоблоків атомних електростанцій» 2005 року, що не були виконані експлуатуючою організацією до закінчення терміну дії Концепції, а також заходи з підвищення безпеки енергоблоків № 2 ХАЕС та № 4 РАЕС, впроваджені під час введення в експлуатацію цих енергоблоків.

У К(з)ППБ також враховано результати та рекомендації місій МАГАТЕ з «проєктної безпеки», проведених на всіх АЕС у рамках імплементації «Меморандуму між Україною та ЄС про порозуміння щодо співробітництва в енергетичній галузі» за напрямом «Ядерна безпека».

Після аварії на АЕС Фукусіма–Даїчі (Японія) до програми включені додаткові заходи за результатами позачергової поглибленої переоцінки безпеки українських АЕС («стрес-тестів») і додаткові заходи з протипожежної безпеки. Впровадження заходів з підвищення безпеки дає змогу створити необхідні умови для прийняття рішень щодо можливості продовження строків експлуатації енергоблоків АЕС.

У період з 2017 по 2020 рік закінчуються проєктні терміни експлуатації шести енергоблоків АЕС України (табл.).

Дані про енергоблоки АЕС України

АЕС	Блок	Тип реактора	Закінчення проєктного / перепризначеного терміну експлуатації
ЗАЕС	1	ВВЕР-1000 / В-320	23.12.2015 / 23.12.2025
	2	ВВЕР-1000 / В-320	19.02.2016 / 19.12.2026
	3	ВВЕР-1000 / В-320	05.03.2017 / 05.03.2027
	4	ВВЕР-1000 / В-320	04.04.2018
	5	ВВЕР-1000 / В-320	27.05.2020
	6	ВВЕР-1000 / В-320	21.10.2026
ПУАЕС	1	ВВЕР-1000 / В-302	02.12.2013 / 02.12.2023
	2	ВВЕР-1000 / В-338	12.05.2015 / 31.12.2025
	3	ВВЕР-1000 / В-320	10.02.2020
РАЕС	1	ВВЕР-440 / В-213	22.12.2010 / 22.12.2030
	2	ВВЕР-440 / В-213	22.12.2011 / 22.12.2031
	3	ВВЕР-1000 / В-320	11.12.2017
	4	ВВЕР-1000 / В-320	07.06.2035
ХАЕС	1	ВВЕР-1000 / В-320	13.12.2018
	2	ВВЕР-1000 / В-320	07.09.2035

Протягом 2021 року в рамках регулювального супроводу К(з)ППБ Держатомрегулювання погоджено 42 звіти про виконання заходів із 59 запланованих на 2021 рік.

Згідно з план-графіками впровадження заходів К(з)ППБ, основні зусилля експлуатуючої організації в 2017 році було сконцентровано на розробленні та впровадженні заходів для енергоблоків № 3, 4 Запорізької АЕС, № 3 Рівненської АЕС та № 1 Хмельницької АЕС, в рамках діяльності з продовження терміну експлуатації. Досвід упровадження заходів на так званих «пілотних» енергоблоках у подальшому застосовується і на інших діючих енергоблоках.

Важливі для безпеки ядерної установки (ЯУ) модифікації (зміна конфігурації ЯУ, приведення рівня безпеки ЯУ у відповідність до діючих норм та правил, зміна експлуатаційних документів, модифікація організаційної структури експлуатуючої організації) впроваджуються за погодженням із Держатомрегулюванням.

Держатомрегулювання здійснює постійний контроль на всіх етапах проведення модифікації (розроблення концепції, монтаж і пусконаладжувальні роботи, введення в дослідну та/або промислову експлуатацію) шляхом проведення оцінки безпеки матеріалів, що

обґрунтовують безпеку та узгодження відповідних технічних рішень, а також – шляхом безпосереднього нагляду за виконанням модифікацій, внесенням змін до експлуатаційної документації та підготовки персоналу (рис. 3).

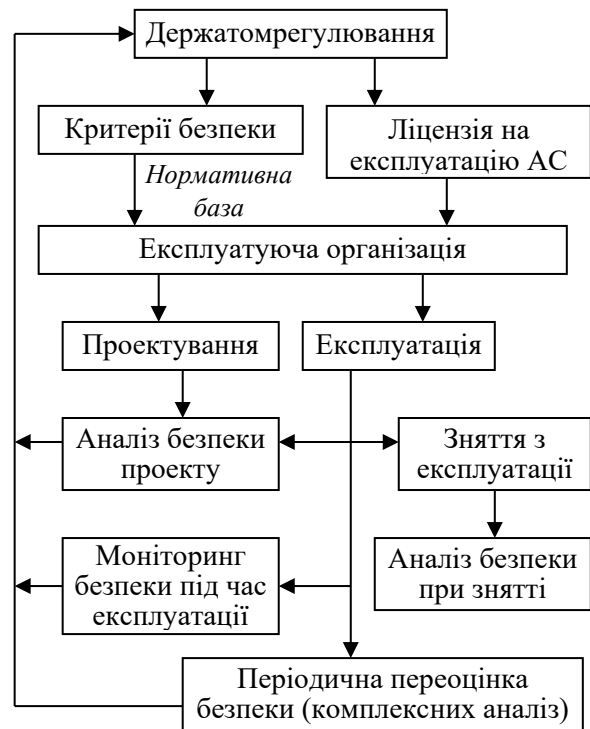


Рис. 3. Системи оцінки рівня безпеки енергоблоків АЕС

На початку 2013 року Держатомрегулювання спільно із Міністерством енергетики та вугільної промисловості

України, Міністерством оборони України, Міністерством екології та природних ресурсів України та Державним агентством України з управління зоною відчуження розробила «Національний план дій за результатами «стрес-тестів», спрямований на підвищення безпеки українських АЕС.

Зазначений документ розроблено відповідно до рекомендацій Групи регуляторів ядерної безпеки (ENSREG) щодо структури та змісту національних планів дій («National Action Plan (NAP) Guidance as directed within the ENSREG Stress test Action Plan» з додатками).

«Національний план дій за результатами «стрес-тестів» враховує:

- рекомендації та пропозиції ENSREG, наведені у звіті «Compilation of recommendations and suggestions. Peer review of stress tests performed on European nuclear power plants», за напрямками «Зовнішні екстремальні впливи», «Втрата функцій безпеки» та «Управління важкими аваріями»;

- основні питання Екстраординарної наради країн-учасниць Конвенції про ядерну безпеку (серпень 2012 р., Відень, Австрія) за напрямками «Національні організації», «Аварійна готовність та реагування» і «Міжнародне співробітництво».

Наприкінці 2017 року повторно оновлено Національний план дій України за результатами «стрес-тестів» щодо поточного стану та термінів реалізації заходів. Кількість запланованих заходів та їх обсяг не зазнали змін.

Переоцінка безпеки та продовження терміну експлуатація ядерних установок. Для енергоблоків АЕС України встановлено 30-річний проєктний строк експлуатації. Одинадцять енергоблоків були введені в експлуатацію впродовж 1980–1990 років. Уряд України взяв курс на продовження експлуатації енергоблоків АЕС, який відображений в «Енергетичній стратегії України на період до 2035 року» і «Комплексній програмі робіт щодо продовження строку експлуатації діючих енергоблоків атомних електростанцій» ДП НАЕК «Енергоатом».

Відповідно до чинного законодавства, рішення про можливість продовження терміну експлуатації енергоблока АЕС приймається Держатомрегулюванням на основі висновку державної експертизи з ядерної та радіаційної безпеки звіту з періодичної переоцінки безпеки (ЗППБ), шляхом внесення змін до ліцензії на його експлуатацію. Експлуатація в понадпроєктний строк може бути дозволена тільки за умови, що рівень безпеки енергоблока АЕС не нижчий, ніж встановлений чинними нормами та правилами з ядерної та радіаційної безпеки.

ЗППБ формується за результатами виконання значного обсягу робіт, які, зокрема, стосуються:

- оцінення поточного технічного стану елементів та конструкцій енергоблока АЕС та продовження строку їх експлуатації;

- усунення відступів від вимог норм, правил та стандартів з ЯРБ, які набули чинності впродовж останніх років;

- виконання заходів із підвищення безпеки, запланованих до реалізації в рамках К(з)ППБ;

- виконання заходів за результатами подій на АЕС Фукусіма–Даїчі та «стрес-тестів»;

- кваліфікації обладнання на «жорсткі» умови навколишнього середовища, сейсмічні впливи та оцінки сейсмічної стійкості трубопроводів, будівель та споруд енергоблока АЕС;

- реалізації програми управління старінням елементів та конструкцій енергоблока АЕС;

- виконання поглибленого аналізу безпеки із застосування детерміністичних та імовірнісних методів;

- підвищення експлуатаційної безпеки шляхом удосконалення експлуатаційної та аварійної документації;

- удосконалення системи управління до рівня, що відповідає вимогам норм та правил ядерної та радіаційної безпеки, рекомендаціям МАГАТЕ та кращій світовій практиці;

- удосконалення системи аварійної готовності.

Відповідно до вимог норм, правил та стандартів з ЯРБ, ЗППБ оформляється у вигляді окремих звітів із результатами оцінки 14 факторів безпеки:

- проєкт енергоблока АЕС;
- поточний технічний стан систем та елементів;
- класифікація обладнання;
- старіння;
- детерміністичний аналіз безпеки;
- імовірнісний аналіз безпеки;
- аналіз внутрішніх та зовнішніх подій;
- експлуатаційна безпека;
- використання досвіду інших АЕС і результатів наукових досліджень;
- організація та управління;
- експлуатаційна документація;
- людський фактор;
- аварійна готовність і планування;
- вплив на навколишнє середовище.

Зазначений підхід відповідає рекомендаціям МАГАТЕ та кращій світовій практиці, а також дозволяє всебічно оцінити поточний рівень безпеки енергоблока та прийняти зважене рішення щодо можливості та умов подальшої експлуатації енергоблока, включаючи експлуатацію у понадпроєктний термін [19].

Для енергоблоків ВВЕР-1000 серії В-320 - № 1, № 2, № 3 Запорізької АЕС та № 3 Рівненської АЕС проєктні терміни експлуатації яких закінчились у 2016–2020 роках, ДП «НАЕК «Енергоатом» обрало «другий варіант» продовження терміну експлуатації, а саме: «зупинка енергоблока після завершення проєктного

строку експлуатації, здійснення організаційно-технічних заходів для продовження експлуатації та поновлення експлуатації».

Для кожного із цих енергоблоків Держатомрегулювання погодила програми підготовки до довгострокової (надпроєктної) експлуатації та плани ліцензування, у відповідності з якими ДП НАЕК «Енергоатом» проводить роботи та подає до Держатомрегулювання звітні матеріали.

Результати виконаних робіт стають основою ЗППБ, який подається до Держатомрегулювання для розгляду та проведення державної експертизи ЯРБ.

Висновки

Розглянуто актуальні питання щодо подовження ресурсу експлуатації енергетичних блоків, які експлуатуються в Україні. Подовження ресурсу біологічного захисту блоків атомних станцій з урахуванням національного та міжнародного досвіду дозволяє продовжити експлуатацію атомної станції без зупинки та консервування.

З урахуванням фактичного стану будівельних конструкцій блоків запропоновано удосконалену систему управління, яка дозволяє оцінити ризики виникнення позаштатних та аварійних ситуацій у процесі експлуатації обладнання енергетичних блоків та усунення порушень під час проведення планових проєктних та ремонтних робіт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність», схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18.08.2017 № 605.
2. Програма оптимізації технічного-обслуговування та ремонтів систем, важливих для безпеки, на основі ризик-інформованого управління конфігурацією АЕС (Енергоблок № 2 ВП ЗАЕС). НАЕК «Енергоатом», 2017. 30 с.
3. Національний звіт до першої тематичної партнерської перевірки за напрямом «управління старінням». Київ, 2017. URL: <https://snriu.gov.ua/news/natsionalniy-zvit-do-pershoi-tematichnoi-partnerskoi-perevirki-za-napryamkom-upravlinnya-starinnyam> (дата звернення: 22.05.2024).
4. European Nuclear Safety Regulator's Group ENSREG. 1st Topical Peer Review Report «Ageing Management». October 2018.
5. European Nuclear Safety Regulator's Group ENSREG. 1st Topical Peer Review «Ageing Management. Country specific findings». October 2018.
6. Ukrainian Regulatory Threat Assessment 2017. Reassessment of threats in regulation of nuclear and radiation safety in Ukraine. Stralevern Rapport 2018:5, NRPA, 2018.
7. Гуменюк Д. В., Дем'янюк В. В., Ільїна А. І., Шевченко І. А. Перспективи оптимізації технічних

обслуговувань і ремонтів з використанням ризик-інформованого прийняття рішень на АЕС України. *Ядерна та радіаційна безпека*. 2019. № 1 (81). DOI: 10.32918/nrs.2019.1(81).02.

8. Жабін О. І., Печериця О. В., Тараканов С. О., Шевченко І. А. Підхід до регуляторної передліцензійної оцінки проекту ММР іноземного постачальника. *Ядерна та радіаційна безпека*. 2020. № 4 (88). С. 4–13. DOI: 10.32918/nrs.2020.4(88).01.

9. Балашевська Ю. В., Жабін О. І., Печериця О. В., Плачков Г. І., Рижов Д. І., Шевченко І. А. Застосування результатів роботи Форуму регуляторів ММР у рамках ліцензування проєктів ММР в Україні. *Ядерна та радіаційна безпека*. 2020. № 3 (87). С. 4–12. DOI: 10.32918/nrs.2020.3(87).01.

10. Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку: Закон України від 08.02.1995. База даних «Законодавство України». ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua> (дата звернення: 22.05.2024).

11. State hygiene standards. Radiation safety standards of Ukraine (NRBU-97).

12. The Nuclear Safety Convention, IAEA, Doc. INFCIRC/449 of 5 July 1994; reproduced in 33 International Legal Materials. P. 1514. 1994.

13. Ageing Management for Nuclear Power Plants. Safety Guide. NS-G-2.12.

14. Ageing Management for Nuclear Power Plants : International Generic Aging Lessons Learned (IGALL) SRS 82.

15. СОУ НАЕК 158:2020. Забезпечення технічної безпеки. Технічні вимоги до влаштування та безпечної експлуатації обладнання і трубопроводів атомних електричних станцій з реакторами ВВЕР.

16. СОУ НАЕК 080:2023. Експлуатація технологічного комплексу. Довгострокова експлуатація діючих енергоблоків атомної електростанції. Загальні положення.

17. СОУ НАЕК 084:2015. Технічне обслуговування та ремонт. Сталеві відливки для атомних енергетичних установок. Правила контролю.

18. НП 306.2.099-2004. Загальні вимоги до продовження експлуатації енергоблоків АЕС у понадпроектний строк за результатами здійснення періодичної переоцінки безпеки.

19. Кравченко Р. О., Пилипенко О. В. Обстеження біологічного захисту ядерно-енергетичних установок атомних станцій в Україні. *Безпека життєдіяльності в XXI столітті : зб. тез допов. XV Міжвуз. студ. наук.-практ. конф. (м. Дніпро, 11–12 квіт. 2019 р.)*. Дніпро : ПДАБА, 2019. С. 8-10.

REFERENCES

1. *Enerhetychna stratehiya Ukrayiny na period do 2035 roku "Bezpeka, enerhoefektyvnist', konkurentospromozhnist'"*, *skhvalena rozporядzhenniam Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 18.08.2017 № 605* [The energy strategy of Ukraine for the period until 2035 "Security, energy efficiency, competitiveness", approved by the order of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated August 18, 2017 no. 605]. (in Ukrainian).

2. *Prohrama optymizatsiyi tekhnichnoho-obsluhovuvannya ta remontiv system, vazhlyvykh dlya bezpeky, na osnovi ryzyk-informovanoho upravlinnya konfihuratsiyeyu AES (Enerhoblok № 2 VP ZAES). NAEK "Enerhoatom"* [Programme for optimisation of maintenance and repair of safety-critical systems based on risk-informed management of NPP configuration (ZNPP Unit 2). NNEGC "Energoatom"]. (in Ukrainian).

3. *Natsionalnyi zvit do pershoi tematychnoi partnerskoi perevirky za napriamom "upravlinnia starinniam"* [National report on the first thematic peer review in the area of ageing management]. Kyiv, 2017. URL: <https://snriu.gov.ua/news/natsionalniy-zvit-do-pershoi-tematichnoi-partnerskoi-perevirki-za-napryamkom-upravlinnya-starinniam> (date of application: 05.22.2024). (in Ukrainian).

4. European Nuclear Safety Regulator's Group ENSREG. 1st Topical Peer Review Report "Ageing Management". October, 2018.

5. European Nuclear Safety Regulator's Group ENSREG. 1st Topical Peer Review "Ageing Management. Country specific findings". October, 2018.

6. Ukrainian Regulatory Threat Assessment 2017. Reassessment of threats in regulation of nuclear and radiation safety in Ukraine. *Stralevern Rapport 2018:5, NRPA*, 2018.

7. Humeniuk D.V., Demianiuk V.V., Iliina A.I. and Shevchenko I.A. *Perspektyvy optymizatsii tekhnichnykh obsluhovuvan i remontiv z vykorystanniam ryzyk-informovanoho pryiniattia rishen na AES Ukrainy* [Prospects for optimisation of maintenance and repair using risk-informed decision-making at Ukrainian NPPs]. *Yaderna ta radiatsiina bezpeka* [Nuclear and Radiation Safety]. 2019, no. 1 (81). DOI: 10.32918/nrs.2019.1(81).02. (in Ukrainian).

8. Zhabin O.I., Pecherytsia O.V., Tarakanov S.O. and Shevchenko I.A. *Pidkhid do rehuliatornoj peredlitsenziinoj otsinky proiektu MMR inozemnoho postachalnyka* [Approach to the regulatory pre-licensing assessment of a foreign supplier's SMR project]. *Yaderna ta radiatsiina bezpeka* [Nuclear and Radiation Safety]. 2020, no. 4 (88), pp. 4–13. DOI: 10.32918/nrs.2020.4(88).01. (in Ukrainian).

9. Balashevskaya Yu.V., Zhabin O.I., Pecherytsia O.V., Plachkov H.I., Ryzhov D.I. and Shevchenko I.A. *Zastosuvannya rezul'tativ roboty Forumu rehuliatoriv MMR u ramkakh litsenzuvannya proiektiv MMR v Ukraini* [Application of the results of the SMR Regulators Forum in the framework of licensing of SMR projects in Ukraine]. *Yaderna ta radiatsiina bezpeka*. [Nuclear and Radiation Safety]. 2020, no. 3 (87), pp. 4–12. DOI: 10.32918/nrs.2020.3(87).01. (in Ukrainian).

10. *Pro vykorystannia yadernoi enerhii ta radiatsiinu bezpeku : Zakon Ukrainy vid 08.02.1995* [On the use of nuclear energy and radiation safety : Law of Ukraine of 08.02.1995]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua> (date of application:

05.22.2024). (in Ukrainian).

11. State hygiene standards. Radiation safety standards of Ukraine (NRBU-97).

12. The Nuclear Safety Convention, IAEA, Doc. INFCIRC/449 of 5 July 1994; reproduced in 33 International Legal Materials. 1994, p. 1514.

13. Ageing Management for Nuclear Power Plants. Safety Guide. NS-G-2.12.

14. Ageing Management for Nuclear Power Plants: International Generic Aging Lessons Learned (IGALL) SRS 82.

15. *SOU NAEK 158:2020. Zabezpechennia tekhnichnoi bezpeky. Tekhnichni vymohy do vlashtuvannia ta bezpechnoi ekspluatatsii obladdannia i truboprovodiv atomnykh elektrychnykh stantsii z reaktoramy VVER* [SOU NAEK 158:2020. Ensuring technical safety. Technical requirements for the installation and safe operation of equipment and pipelines at nuclear power plants with VVER reactors]. (in Ukrainian).

16. *SOU NAEK 080:2023. Ekspluatatsiia tekhnolohichnoho kompleksu. Dovhostrokovava ekspluatatsiia diiuchykh enerhoblokiv atomnoi elektrostantsii. Zahalni polozhennia* [SOU NAEK 080:2023. Operation of the technological complex. Long-term operation of operating nuclear power units. General provisions]. (in Ukrainian).

17. *SOU NAEK 084:2015. Tekhnichne obsluhovuvannia ta remont. Stalevi vidlyvky dlia atomnykh enerhetychnykh ustanovok. Pravyly kontroliu* [SSU NNEG 084:2015 Maintenance and repair. Steel castings for nuclear power plants. Rules of control]. (in Ukrainian).

18. *NP 306.2.099-2004. Zahalni vymohy do prodovzhennia ekspluatatsii enerhoblokiv AES u ponadproektnyi strok za rezultatamy zdiisnennia periodychnoi pereotsinky bezpeky* [NP 306.2.099-2004. General Requirements for Extension of Operation of NPP Units Beyond Design Based on the Results of Periodic Safety Review]. (in Ukrainian).

19. Kravchenko R.O. and Pylypenko O.V. *Obstezhennia biolohichnoho zakhystu yaderno-enerhetychnykh ustanovok atomnykh stantsii v Ukraini* [Survey of biological protection of nuclear power facilities of nuclear power plants in Ukraine]. *Life safety in the 21st century : zb. tez dopov. XV Mizhvuz. stud. nauk.-prakt. konf.* [Life Safety in the 21st Century : XV Interuniversity Student Scientific and Practical Conference]. Dnipro, 11–12 April, 2019, pp. 8–10. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 30.08.2024.