

Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
Навчально-науковий інститут цивільного захисту
Кафедра екологічної безпеки

«Допущено до захисту»
Завідувач кафедри екологічної безпеки,
д. с.-г. н., професор
_____ Андрій КУЗИК
«___» _____ 2024 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: «Аналіз стану довкілля в зоні впливу атомних електростанцій (на прикладі Рівненської АЕС)»

Виконав:
здобувач 6 курсу групи ЕК61мз
спеціальності 101 Екологія
Варениця А.Є.
Керівник:
доцент кафедри, к.т.н., доцент
Босак П. В.
Рецензент:
к. с.-г. н. Ошуркевич-Панківська О.Є.

Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
Навчально-науковий інститут цивільного захисту
Кафедра екологічної безпеки

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
Спеціальність 101 Екологія
Освітня програма «Екологічна безпека»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
екологічної безпеки
д.с-г.н., професор

_____ Андрій КУЗИК
« ___ » _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

Здобувачу Варениці Анні Євгеніївни

1. Тема: «Аналіз стану довкілля в зоні впливу атомних електростанцій (на прикладі Рівненської АЕС)».

2. керівник роботи: Босак Павло Володимирович, к.т.н., доцент
затверджені наказом ЛДУ БЖД від «20» листопада 2023 року № НС-144/90

2. Термін подання здобувачем роботи: «02» лютого 2024 року

3. Початкові дані до роботи:

3.1 Про радіаційну безпеку : Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» Постановою Кабінету Міністрів України від 17.10.1996 р. № 1268 «Про створення Національної атомної енергогенеруючої компанії «Енергоатом».

3.2 Про провадження радіоактивних відходів :Закону України, від 30.06.1995 р. № 256/95 –В Ракон України «Про Загальнодержавну цільову екологічну програму поводження з радіоактивними відходами» від 17.09.2008 р. № 516-VI .

3.3 Про санітарні норми питної води: : Закон України від Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» 01 липня 2010 р. за № 452/17747 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text>.

3.4 Про безпеку енергоблоків : Комплексна (зведена) програма підвищення безпеки енергоблоків АЕС України: Екологічна оцінка. К.: ДП НАЕК “Енергоатом”, 2012. -298 с.

4. Зміст дипломної роботи (перелік питань, які потрібно розробити):

- 4.1 Розділ 1. Загальна характеристика об'єкта .
- 4.2 Розділ 2. Вплив Рівненської атомної електростанції на навколишнє природне середовище .
- 4.3 Розділ 3. Викиди реактору та фізико-хімічні забруднювачі вод .
- 4.4 Розділ 4. Характеристика радіаційного фону атмосферного повітря в зоні Рівненської АЕС.
5. Перелік графічного матеріалу: схеми, мультимедійна презентація.
6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання: «21» листопада 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вступ.	22.11.2023 - 29.11.2023	
2.	Розділ 1. Загальна характеристика об'єкта.	30.11.2023 - 13.12.2023	
3.	Розділ 2. Вплив Рівненської атомної електростанції на навколишнє природне середовище	14.12.2023 - 28.12.2023	
4.	Розділ 3. Викиди реактору та фізико-хімічні забруднювачі вод	29.12.2023 - 11.01.2024	
5.	Розділ 4. Характеристика радіаційного фону атмосферного повітря в зоні рівненської АЕС	12.01.2024 - 01.02.2024	
6.	Підготовка презентації	02.02.2024 - 09.02.2024	

Здобувач _____

Анна ВАРЕНИЦЯ

Керівник роботи _____

Павло БОСАК

АНОТАЦІЯ

Варениця А. Є. «Аналіз стану довкілля в зоні впливу атомних електростанцій (на прикладі Рівненської АЕС)». Кваліфікаційна робота магістра за спеціальністю «101 Екологія» складається з текстової частини, що містить 4 розділи, 78 с., 16 рис., 10 табл., 59 використаних літературних джерел.

Об'єкт – тридцяти кілометрова зона Рівненської атомної електростанції.

Мета – дослідження стану навколишнього середовища в зоні впливу Рівненської атомної електростанції.

Методи – базові матеріали, літературний огляд, порівняння, синтез.

Проведений аналіз загальної характеристики Рівненської АЕС, екологічні, санітарно-епідеміологічні, соціальні і економічні аспектів здійснення господарської діяльності, відомості про споруди, проммайданчики, земельні, водні енергетичні та інші ресурси, що використовуються, опис технологічного процесу господарської діяльності тощо.

Наведено відомості про оцінки впливу їх на довкілля та людину. Детально описано поводження з твердими радіоактивними відходами, рідкими радіоактивними відходами, а також поводження з нерадіоактивними відходами, їх кількісний та якісний склад. Окремо розглянуті питання поводження з ВЯП для реакторів ВВЕР-440 та ВВЕР-1000.

Результатами даної роботи є екологічне обґрунтування прийнятності господарської діяльності діючих об'єктів проммайданчика ВП «Рівненська АЕС» та визначення умов безпеки соціального і техногенного середовища при подальшій діяльності.

**РІВНЕНСЬКА АТОМНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ, РАДІАЦІЙНІ ВІДХОДИ,
РАДІАЦІЙНИЙ ФОН, НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ, АТМОСФЕРА,
ВОДА, РАДІАЦІЯ, ВІДПРАЦЬОВАНЕ ЯДЕРНЕ ПАЛИВО**

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	7
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА	9
1.1. Загальна характеристика об'єкта господарювання	9
1.2. Регіон та місце розташування майданчика АЕС	12
1.3. Містобудівні і протипожежні обмеження	14
1.4. Українське законодавство АЕС	15
1.5. Технологічний процес Рівненської АЕС	17
1.6. Опис схеми поводження з радіоактивними відходами	20
РОЗДІЛ 2. ВПЛИВ РІВНЕНСЬКОЇ АТОМНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ	27
2.1. Характеристика стану навколишнього середовища в межах зони спостереження Рівненської АЕС	27
2.2. Вплив Рівненської АЕС на гідрологічне середовище	28
2.3. Вплив Рівненської АЕС на атмосферу	30
2.4. Вплив Рівненської АЕС на ґрунти та ландшафт в межах санітарно-захисної зони	31
2.5. Флора та фауна в межах санітарно-захисної зони та вплив Рівненської АЕС на заповідні об'єкти	34
2.6. Вплив на поверхневі і підземні води	35
2.7. Оцінка впливів Рівненської АЕС на навколишнє соціальне середовище	37
2.8. Оцінка впливів на техногенне навколишнє середовище	40
РОЗДІЛ 3. ВИКИДИ РЕАКТОРУ ТА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ЗАБРУДНЮВАЧІ ВОД	42
3.1. Основні фізико-хімічні забруднювачі в воді	42
3.2. Можливі аварійні ситуації	46
3.3. Високоактивні відходи від переробки ВЯП ВЕЕР-400	50

3.4. Високоактивні відходи від переробки ВЯП ВЕЕР-1000	52
РОЗДІЛ 4. ХАРАКТЕРИСТИКА РАДІАЦІЙНОГО ФОНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В ЗОНІ РІВНЕНСЬКОЇ АЕС	54
4.1. Вплив російської агресії на атомну енергетику	54
4.2. Визначення кількісних характеристик хімічного забруднення при нормальній експлуатації енергоблоків Рівненської АЕС	56
4.3. Розрахунок радіаційного впливу тривалих (безаварійний) викидів в атмосферу	59
4.4. Визначення кількісних характеристик хімічного (нерадіаційного) забруднення під час виникнення аварій	61
4.5. Динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря	63
4.6. Охорона повітряного басейну Рівненської АЕС	66
4.7. Стан радіаційного забруднення атмосферного повітря	68
4.8. Заходи, спрямовані на покращення якості атмосферного повітря Рівненської області та Рівненської АЕС	69
ВИСНОВКИ	71
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	73

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АЕС – атомна електростанція

ТПВ – тверді побутові відходи

ГДК – гранично допустима концентрація

РАЕС – рівненська атомна електростанція

РАВ – радіоактивні відходи

НАЕК – Національна атомна енергогенеруюча компанія

ЗПА – запроектна аварія

ВЯП – відпрацьоване ядерне паливо

МАГАТЕ – Міжнародне агентство з атомної енергетики

МКРЗ – Міжнародна комісія з радіаційного захисту

ЦСВЯП – централізоване сухе сховище відпрацьованого ядерного палива

ЗС – зона спостереження

СЗЗ – санітарно-захисна зона

СВО – спецводоочищення

РРВ – рідкі радіоактивні відходи

ТРВ – тверді радіоактивні відходи

АСКРО – автоматизована система контролю радіаційної обстановки

ВСТУП

Ядерна енергетика (атомна енергетика) – галузь енергетики, що використовує ядерну енергію для електрифікації та теплофікації, а також являється областю науки і техніки, що розробляє методи і засоби перетворення ядерної енергії в електричну і теплову. Ядерна енергетика є надійним джерелом енергопостачання і відіграє важливу роль у забезпеченні енергетичних потреб України. Особливо в умовах економічної кризи в країні, коли не вистачає природного палива, немає коштів на модернізацію устаткування теплових і гідроелектростанцій, а також на розвиток нетрадиційних джерел одержання енергії.

Об'єкт досліджень – екологічна безпека тридцяти кілометрової зони Рівненської атомної електростанції.

Мета роботи – полягає у дослідженні стану навколишнього середовища в зоні впливу Рівненської атомної електростанції (РАЕС).

Для досягнення зазначеної мети необхідно було вирішити такі завдання:

- ознайомитись з регіоном та місцем розташування майданчика АЕС;
- охарактеризувати район досліджень, в тому числі фізико-географічну, геологічну та гідрогеологічну будову, рельєф, клімат;
- розглянути загальний вплив рівненської атомної електростанції на навколишнє середовище;
- висвітлити методики експериментальних досліджень;
- зробити порівняльну характеристику радіаційного фону атмосферного повітря.

Апробація. За результатами досліджень кваліфікаційної роботи планується опублікування тези на тему: «Чинники впливу об'єктів атомних електростанцій на стан довкілля (на прикладі Рівненської АЕС)» у ХІХ Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених, курсантів та студентів «Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності», яка відбудеться 28-29 березня 2024 року.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ТА ЙОГО ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

1.1 Загальна характеристика об'єкта господарювання

ВП «Рівненська АЕС» – є відокремленим підрозділом (структурною одиницею) державного підприємства «Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом» (ДП НАЕК «Енергоатом»). ДП НАЕК «Енергоатом» здійснює діяльність відповідно до свого статуту і підпорядковується Міністерству палива та енергетики України, яке формує державну політику в галузі. Відповідно до Закону України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» Постановою Кабінету Міністрів України від 17.10.1996 р. № 1268 «Про створення Національної атомної енергогенеруючої компанії «Енергоатом» [1] на ДП НАЕК «Енергоатом» покладено функції експлуатуючої організації, що відповідає за безпеку всіх АЕС країни.

У проекті енергоблоків ВП «Рівненська АЕС» реалізована концепція глибокоешелонованого захисту, що спирається на рівні захисти та містить ряд послідовних бар'єрів на шляху руху радіоактивних речовин в навколишнє середовище. Передбачені системи безпеки, які забезпечують режим аварійного захисту та аварійного охолодження реакторної установки:

- захисні системи безпеки;
- локалізуючі системи безпеки;
- забезпечуючі системи безпеки;
- управляючі системи безпеки.

Енергоблоки ВП «Рівненська АЕС» проектувалися, будувалися та монтувалися у відповідності до нормативних документів, які діяли у той період. Рівненська АЕС виробляє тепло та електроенергію. В результаті цієї діяльності, Рівненська АЕС виробляє наступні типи нерадіоактивних відходів:

- Перший клас небезпеки: відпрацьовані люмінесцентні лампи, що містять ртуть.

- Другий клас небезпеки: відпрацьовані нафтопродукти, відпрацьовані батареї, кольоровий металобрухт, забруднений олією мотлох.
- Третій клас небезпеки: замазучений пісок, полівінілхлоридна плівка.
- Четвертий клас небезпеки: теплоізоляційні відходи, відходи деревообробки, недопал вапняка, побутові відходи, відпрацьований карбід кальцію (під час зварочних робіт), оброблена гума, бите скло, кольорові метали, використані медичні інструменти, осад від миття машин [2].

У 1971 році розпочалося проектування Західно-Української АЕС, яку згодом перейменували в Рівненську. Електростанція призначена для покриття електричних навантажень у західній частині країни.

ВП «Рівненська АЕС» - перша в Україні атомна електростанція з енергетичним водо- водяним реактором типу ВВЕР-440. Будівництво станції розпочалося в 1973 р. Два перших енергоблоки з реакторами ВВЕР-440/213 введені в експлуатацію в 1980-1981 рр., а третій енергоблок-мільйонник ВВЕР-1000/320 - у 1986 р.

Будівництво четвертого блока Рівненської АЕС розпочалося в 1984 р., а в 1991 р. передбачалося введення його в експлуатацію. Але внаслідок уведення мораторію Верховної Ради на спорудження ядерних об'єктів на території України роботи на стадії 85% готовності енергоблока було призупинено.

Будівництво відновилося в 1993 р. Після скасування мораторію проведено обстеження 4-го блока, підготовлено програму його модернізації і досє проекту завершення будівництва. 16 жовтня 2004 року енергоблок № 4 ВП «Рівненська АЕС» введено в експлуатацію. Терміни експлуатації енергоблоків ВП «Рівненська АЕС» наведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1. – Інформація про енергоблоки ВП «Рівненська АЕС».

№ блоку	Тип реакторної установки	Серія реакторної установки	Дата підключення енергоблоку до енергосистеми	Дата введення в промислову експлуатацію	Закінчення проектної експлуатації	Дата продовження експлуатації
РАЕС-1	ВВЕР-440	В-213	22.12.1980	22.09.1981	22.12.2010	22.12.2030
РАЕС-2	ВВЕР-440	В-213	22.12.1981	29.07.1982	22.12.2011	22.12.2031
РАЕС-3	ВВЕР-1000	В-320	21.12.1986	11.12.1987	11.12.2017	22.12.2037
РАЕС-4	ВВЕР-1000	В-320	10.10.2004	07.06.2005	07.06.2035	-

Основними характеристиками Рівненської АЕС є:

- Кількість реакторів: 4
- Тип реактора: 2 шт ВВЕР -440 та 2 шт ВВЕР -1000 (водо-водяні)
- Загальна потужність виробництва електроенергії: 2835 МВт [3].

Річний обсяг виробництва електроенергії Рівненської АЕС перевищує 17 млрд. кВт.

Для виробничих потреб на Рівненській АЕС використовуються наступні ресурси:

- Територія атомної електростанції складає приблизно 2.5 км²;
- Випарування води в цілях охолодження: близько 67 млн м³ на рік;
- Електроенергія для власних потреб: 6-7% від загальних обсягів виробництва;
- Дизельне паливо (для аварійного постачання енергії та ін.): 600 м³ запасів ;
- Масло (для турбін та ін.): 1520 м³ запасів [4].

Виробництво електричної енергії блоками Рівненської атомної електричної станції розпочалося з 1981 року. На Рис.1.3. надано інформацію

щодо кількості млрд. кВт×год виробленої електроенергії по рокам експлуатації Рівненської АЕС.

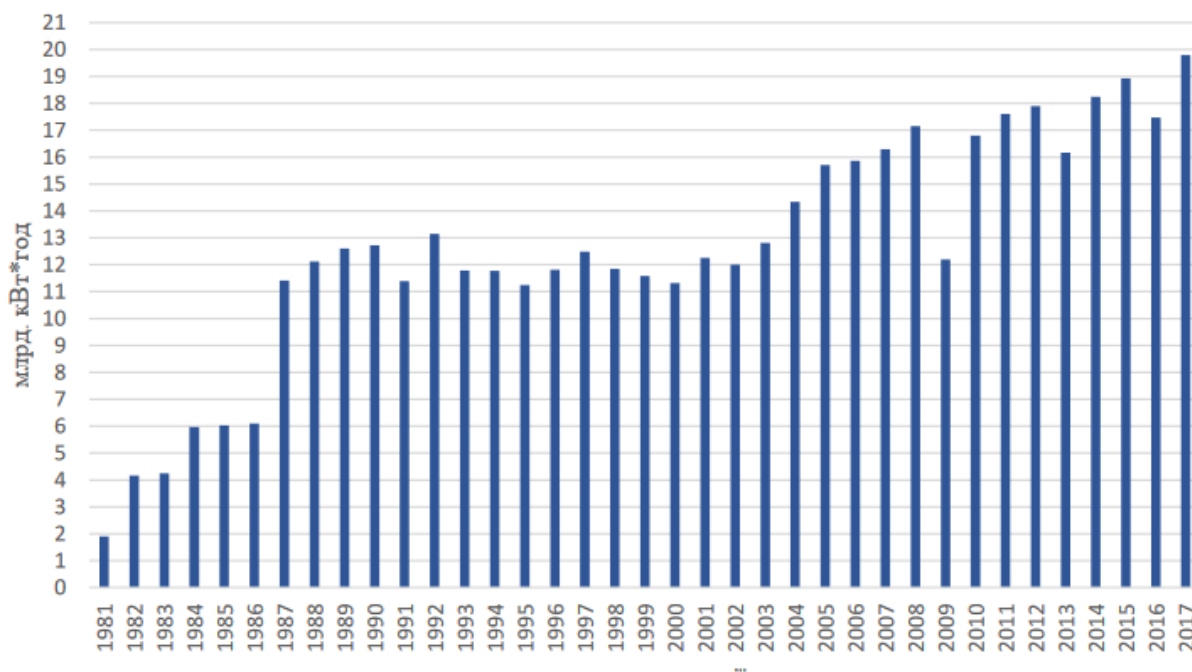


Рисунок 1.1. – Щорічна кількість виробленої електроенергії ВП «Рівненська АЕС» [5]

1.2 Регіон та місце розташування майданчика АЕС

Рівненська АЕС знаходиться в північно-західній частині Рівненської області, за 120 км від міста Рівне у Володимирецькому районі на березі річки Стир. Рішення розмістити там АЕС було обумовлене низькою плодючістю земель та віддаленістю густозаселених територій (рис.1.2.).



Рисунок 1.2. – Рівненська АЕС на карті (за допомогою Googl Map Earth Pro)

У фізико-географічному відношенні територія тридцяти кілометрової зони РАЕС розташована в межах фізико-географічної зони змішаних лісів, в області Волинського Полісся, західної частини. Рельєф низовини складається з пагорбів і валів льодовикового і водно-льодовикового походження [6].

ВП «Рівненська АЕС» знаходиться за адресою: 34400, м. Вараш Рівненської області. Загальне управління підприємством у рамках повноважень, наданих йому президентом ДП НАЕК «Енергоатом», здійснює Генеральний директор Павлишин Павло Яремович.

Загальний вигляд Рівненської АЕС показано на Рис.1.3.

Рис.1.3 а) Загальний вигляд проммайданчика ВП «Рівненська АЕС, а Рис.1.4. б) Центральний вхід адміністративної будівлі ВП «Рівненська АЕС».



Рисунок 1.3. – Загальний вигляд промайданчика ВП «Рівненська АЕС» [7]



Рисунок 1.4. – Центральний вхід адміністративної будівлі ВП «Рівненська АЕС» [7]

1.3 Містобудівні і протипожежні обмеження

У зв'язку з тим, що розвиток промислового комплексу ВП «Рівненська АЕС» передбачається через реконструкції і модернізації існуючих виробничих

підрозділів, які функціонально вписуються в існуючу інфраструктуру АЕС виключно в межах її території, містобудівні обмеження не розглядаються.

Пожежна безпека забезпечується виконанням законодавчих вимог законодавчих актів і нормативів [8] у період експлуатації і реконструкцій, а також будівництва нових об'єктів промислового комплексу ВП «Рівненська АЕС», а саме через існуючі нормативні розриви відстанями між будівель і споруд, через системи пожежогасіння, улаштування автодоріг та інше.

Протипожежні аспекти відображають усі аспекти пожежної безпеки:

- призначення і функції системи пожежної безпеки;
- протипожежні рішення з генерального плану;
- класифікація будівель і споруд з пожежної безпеки;
- об'ємно - планувальні рішення, протипожежні перешкоди, вогнезахист будівельних конструкцій і основні положення з вибору вогнегасних матеріалів;
- евакуаційні шляхи і виходи, шляхи доступу і забезпечення безпеки інженерних підрозділів;
- заходи з протипожежного захисту технологічних процесів;
- заходи з протипожежного захисту електроустановок;
- заходи з протипожежного захисту систем вентиляції;
- системи протипожежного захисту: протипожежне водозабезпечення, пожежна сигналізація, пожежогасіння, протидимного захисту, сповіщення про пожежу і керування евакуацією людей, блискавкозахист і заземлення;
- первинні засоби пожежогасіння.

1.4. Українське законодавство АЕС

ВП «Рівненська АЕС» - діюче підприємство з 1980 року.

Право вільного доступу до інформації щодо стану довкілля, участь громадян та їх об'єднань у громадських слуханнях, участь громадськості у процесі екологічної експертизи гарантується Конституцією України (Статті: 2, 34 ц 35) та рядом Законів України:

- «Про інформацію» (статті: 2, 5, 6, 9, 10, 25, 31, 33 і 44) ;
- «Про друковані засоби масової інформації в Україні» (статті 2, 34 і 35) ;
- «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» (статті: 3, 5, 6, 8, 10, 11, 20, 24, 37, 47 і 81) ;
- «Про охорону навколишнього природного середовища» (статті: 3, 9, 10, 11, 15, 19, 21, 25 і 30) ;
- «Про поводження з радіоактивними відходами» (статті 8, 22 і 29) ;
- «Про міське самоврядування» ;
- «Про об'єднання громадян» ;
- «Про власність» ;
- «Про підприємництво» ;
- «Про звернення громадян» ;
- «Про державну таємницю» , а також Закону України «Про ратифікацію Конвенції про доступ до інформації, участь громадськості в процесі прийняття рішень та доступ до правосуддя з питань, що стосуються довкілля» від 06.07.1999 р. №832-14 [9-12].

Участь громадськості у процесі екологічної експертизи може здійснюватися шляхом виступу у засобах масової інформації, подачі письмових зауважень, пропозицій та рекомендацій, включення представників громадськості у склад експертних комісій, груп по проведенню громадської екологічної експертизи. Підготовка висновків екологічної експертизи і прийняття рішень стосовно подальшої реалізації (використання, застосування, експлуатації тощо) об'єкта екологічної експертизи здійснюється з урахуванням громадської думки.

Таким чином, ставлення місцевої громадськості може бути сформоване в процесі екологічної експертизи та громадських слухань матеріалів ОВД «Оцінка впливу на довкілля майданчикаВП «Рівненська АЕС» [13] .

1.5 Технологічний процес Рівненської АЕС

Кожен з чотирьох енергоблоків Рівненської АЕС включає наступне обладнання:

- ВВЕР - 1000:
- Водо-водяний реактор ВВЕР-1000;
- Турбіна типу К-1000-60/1500-2;
- Електрогенератор типу ТВВ-1000-4 .

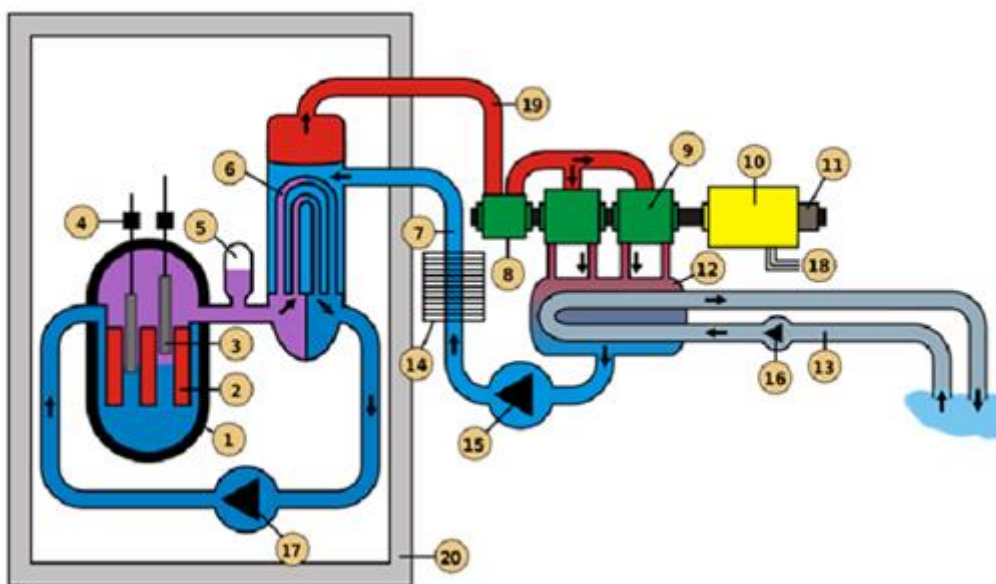


Рисунок 1.5. – Технологічна схема енергоблоку з реактором типу ВВЕР-1000

1 – реактор; 2 - Паливо; 3 – регулюючі стрижні; 4 – приводи СУЗ; 5 – компенсатор тиску (КТ); 6 – теплообмінні трубки парогенератора; 7 – подача живильної води в парогенератор; 8 – циліндр високого тиску турбіни (ЦНВ); 9 – циліндр низького тиску турбіни (ЦНТ); 10 – генератор; 11 - збудник; 12 – конденсатор; 13 – система охолодження кондинсаторів турбни ; 14 – підігрівачі; 15 – турбоживильний насос; 16 – конденсатний насос; 17 – головний циркуляційний насос (ГЦН); 18 – підключення генератора до мережі; 19 – подача пари на турбіну; 20 – гермо-оболонка [14]:

- ВВЕР-440
- Водо-водяний реактор ВВЕР-1000;

- Турбіна типу КГ-220-44 (2 на кожен реактор);
- Електрогенератор типу ТВВ-220-2.

Водо-водяні реактори (ВВР) є одними з найпоширеніших у світі. На Рівненській АЕС головні споруди орієнтовані в напрямку градирень. Вона під'єднана до Єдиної енергетичної системи України через 2 лінії електропередач по 750 кВ, 4 лінії по 330 кВ та одну лінію в 110 кВ. На рис. 1.5., зображено генеральний план Рівненської АЕС [14].

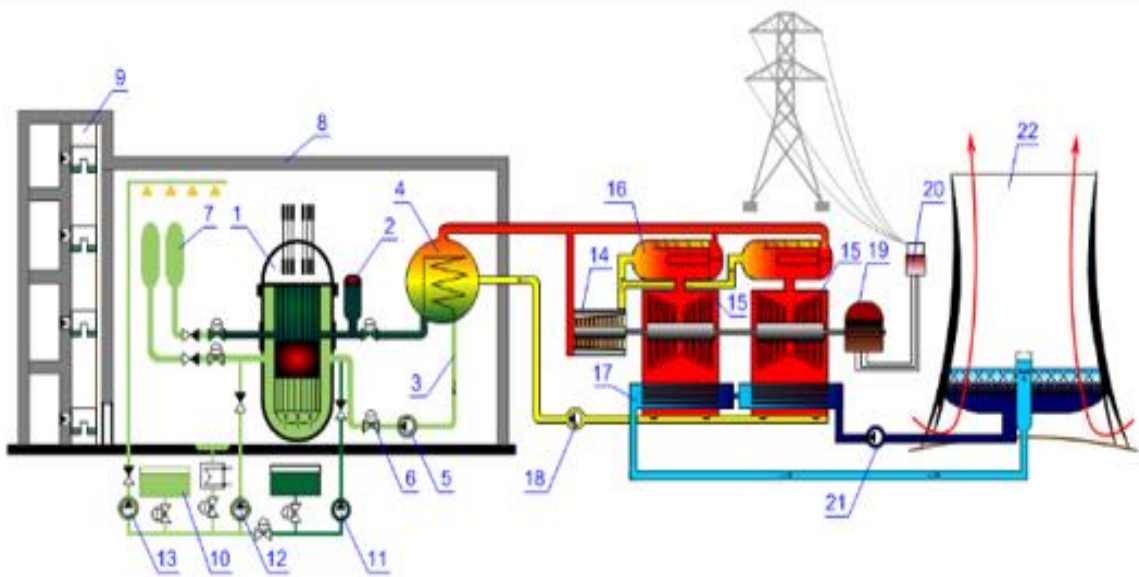
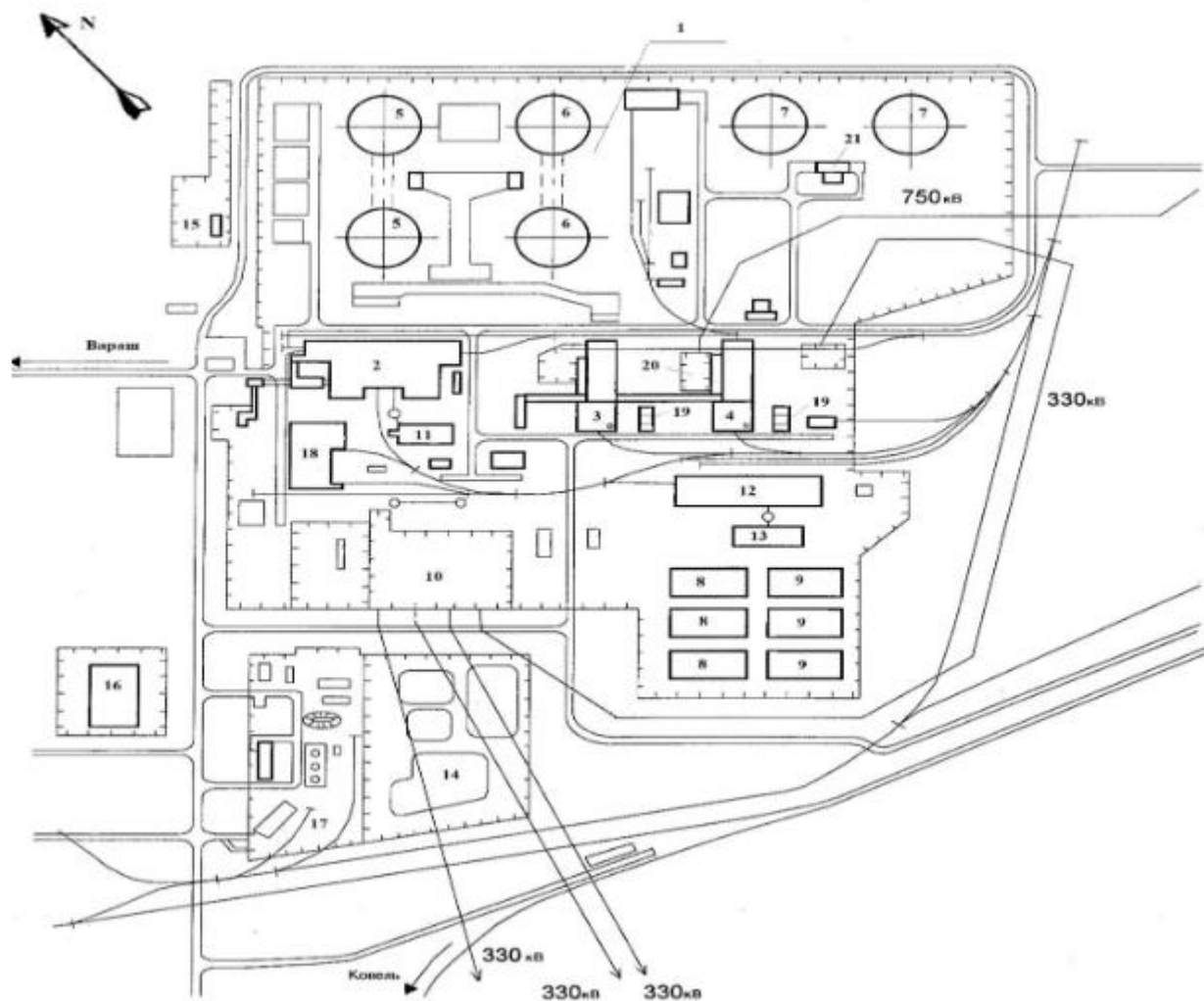


Рисунок 1.6. – Технологічна схема енергоблоків з реактором типу ВВЕР-440
 1 – реактор; 2 – компенсатор об'єму; 3 – головний циркуляційний контур; 4 – парогенератор; 5 – головний циркуляційний насос; 6 – головна запірна засувка; 7 – гідроємність; 8 – захисна оболонка; 9 – шахта локалізації аварій; 10 – бак запасу борного концентрату; 11 – насос аварійного підживлення; 12 – насос охолодження активної зони; 13 – спринклерний насос; 14 – циліндр високого тиску турбіни; 15 – циліндр низького тиску турбіни; 16 – сепаратор – пароперигрівач; 17 – конденсатор; 18 – живильний насос; 19 – генератор; 20 – блочний трансформатор; 21 – циркуляційний насос; 22 – градильня [14].



Експлікація будинків і споруд

ВП «Рівненська АЕС»;

1. Проммайданчик АЕС;
2. Енергоблоки № 1 і № 2;
3. Енергоблок № 3;
4. Енергоблок № 4;
5. Градирні енергоблоків № 1 і № 2;
6. Градирні енергоблока № 3;
7. Градирні енергоблока № 4;
8. Бризкальні басейни системи охолодження споживачів групи «А» енергоблоків № 3 і № 4;
9. Бризкальні басейни системи охолодження споживачів групи «В» енергоблоків № 3 і № 4, в тому числі резервний;
10. Відкритий розподільчий пристрій 110-330 кВ;
11. Спецкорпус енергоблоків № 1 і № 2;
12. Спецкорпус енергоблоків № 3 і № 4;
13. Корпус переробки і зберігання радіоактивних відходів;
14. Шламонакопичувач;
15. Пожежне депо;
16. Споруди з переробки додаткової води;
17. Пуско-резервна котельня;
18. Об'єднаний допоміжний корпус;
19. Резервна дизель-генераторна станція;
20. Відкритий розподільчий пристрій.

Рисунок 1.7. – Схема проммайданчика ВП «Рівненська АЕС» [15]

1.6. Опис схеми поводження з радіоактивними відходами

Тверді радіоактивні відходи

Тверді радіоактивні відходи утворюються у процесі нормальної експлуатації АЕС, у період робіт з ремонту та при аварійних ситуаціях [16].

Основними джерелами утворення твердих РАВ є технічне обслуговування та ремонт енергоблоків, у тому числі:

- експлуатація обладнання, будівель та споруд АЕС;
- реконструкція та модернізація обладнання;
- зняття обладнання з експлуатації, включаючи заміну парогенераторів;
- дезактивація обладнання, приміщень, будівель та споруд АЕС;
- технічне обслуговування та ремонт обладнання;
- роботи з монтажу, демонтажу та заміни теплоізоляції;
- будівельні роботи та реконструкція;
- заміна зношених та відпрацьованих елементів обладнання, витратних матеріалів;
- заміна зношеного спецодягу, ЗІЗ персоналу;
- реалізація санітарно-гігієнічних заходів в зоні строгого режиму.

Тверді радіоактивні відходи (ТРВ) розподілено на 3 групи згідно рівня їх радіоактивності:

- Група 1 включає: очисні та ізоляційні матеріали, одяг спеціального призначення, взуття, індивідуальні засоби радіаційного захисту, гнучкі ПВХ, будівельні відходи, приладдя та інструменти.
- Група 2 включає: труби, арматура, частини насосів та приводів систем захисту та контролю, фільтри вентиляційних систем, металобрухт, теплоізоляційні матеріали, змінні індикатори.
- Група 3 включає: проміжні рукави, вузли управління/компенсації аварійного відключення, іонізаційні з шлейфами зв'язку, датчики виходу тепла та енергії разом із шлейфами зв'язку.

Радіоактивні відходи груп 1 та 2 зберігаються в бетонних ємностях сховища, місткість якого підрахована виходячи з наступних критеріїв:

- Період зберігання: до початку виведення з експлуатації енергоблоку;
- Можливість майбутнього переміщення та захоронення;
- Зберігання вогнебезпечних та вогнебезпечних відходів у пластикових мішках;
- Зберігання спеціалізованих вентиляційних фільтрів без попередньої обробки [17] .

Річні обсяги відходів, що виробляються на Рівненській АЕС, наведені в таблиці таблиці 1.2 [18].

Таблиця 1.2 – Річні обсяги твердих відходів на РАЕС

Категорія ТРВ	Тип ТРВ	Вироблені ТРВ (м³)
Низька активність (Група 1)	Горючі відходи	5,63
	Відходи, що пресуються	205,60
	Метали	68,78
	Відходи, що не підлягають обробці	44,38
	Аерозольні фільтри	-
	Всього	324,39
Середня активність (Група 2)	Метали	3,03
	Інше	28,22
	Всього	31,25
Категорія ТРВ	Тип ТРВ	Вироблені ТРВ (м³)
Висока активність (Група 3)	Всього	6,17

Тверді радіоактивні відходи, як правило, являють собою:

- метал, утворений при заміні обладнання і в результаті виконання ремонтних робіт;
- вироби з дерева (підмостки, прокладки, ліси тощо.);

- використання засоби індивідуального захисту;
- резинотехнічні вироби, кабельна продукція;
- фільтри вентиляційних систем РВ і СК;
- теплоізоляційні матеріали;
- відходи будівельного походження (бетонна крихта, штукатурка тощо);
- обтиральний матеріал, ганчір'я;
- зола, після переробки РАВ на установці спалювання;
- внутрішньо реакторні пристрої та елементи систем РВ.

Розподіл ТРВ відповідно до видів переробки наведено на рис. 1.8.

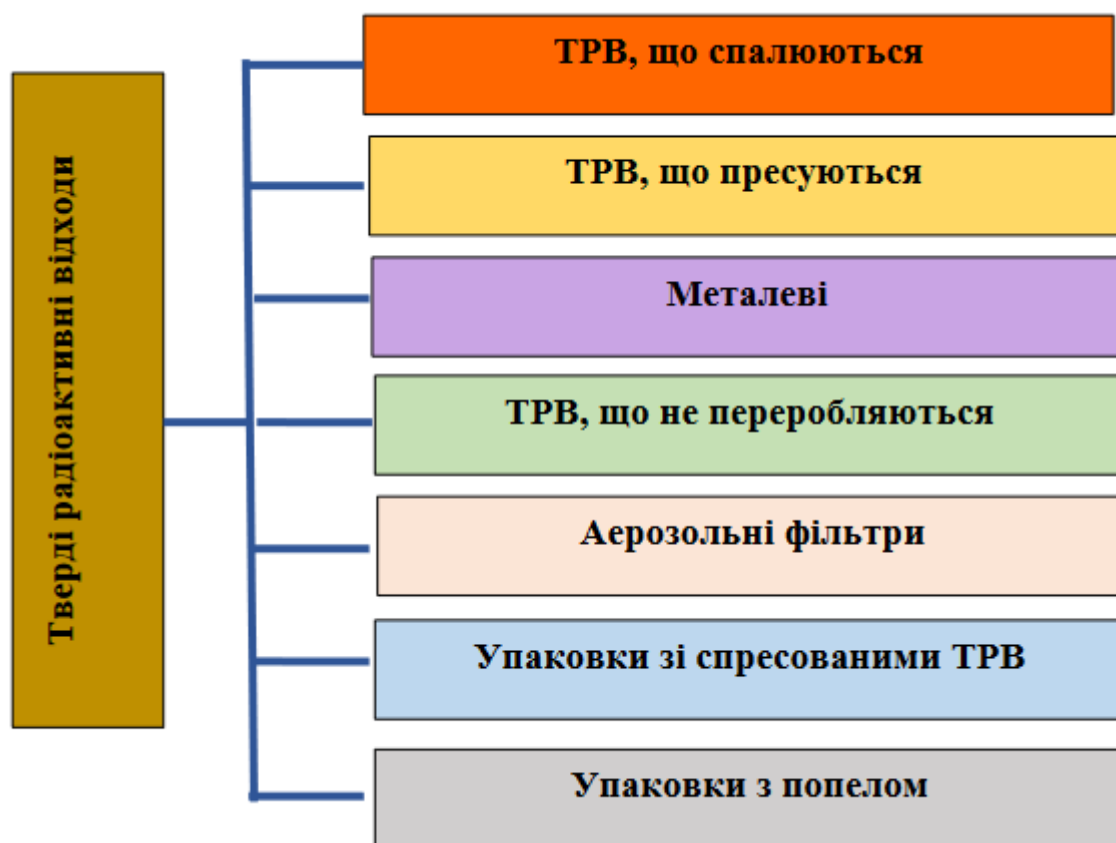


Рисунок 1.8. – Розподіл ТРВ за видами переробки

Рідкі радіоактивні відходи, шкідливі та загальнопромислові відходи.

Рідкі радіоактивні відходи (РРВ) обробляються у два етапи. Початкове випаровування проходить у двох спеціальних корпусах. Концентрований розчин, що формується в результаті цього випаровування (кубовий залишок),

тимчасово накопичується у спеціальних ємностях сховища. З цього сховища кубовий залишок направляється до установок глибокого випаровування [19].

Річний обсяг рідких відходів, що виробляються на Рівненській АЕС в 2014 році наведений в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Річний обсяг РРВ

Тип РРВ	Вироблено відходів (м³)
Кубовий залишок	1269
Відпрацьовані сорбенти	2,65

Рівненська АЕС має ліцензію на обробку небезпечних відходів (збір, транспортування, зберігання, утилізацію та знищення) стосовно наступних видів відходів:

- Відпрацьовані люмінесцентні труби та пристрої;
- свинцово-кислі батареї;
- відпрацьовані нафтопродукти (включаючи відпрацьоване машинне та промислове масло та їх суміші) [20].

Знищення відходів на Рівненській АЕС відбувається згідно обмежень та дозволів від обласної адміністрації в сфері екології та природних ресурсів:

- Відходи класів 1 та 2 вивозяться з території АЕС для знищення згідно договорів, укладених із вповноваженими підрядниками.
- Деякі відходи третього класу також вивозяться вповноваженими підрядниками, в той час як інші опрацьовуються на місці разом із відходам четвертого класу, що зберігаються на спеціально відведених територіях.
- Побутові відходи четвертого класу зберігаються на звалищі відходів у місті Вараш [21].

Таблиця 1.4 – Дані щодо поводження з нерадіоактивними відходами

Клас Небезпе- ки	Назва та характерис- тика відходів	Місце зберігання	Щорічний рух відходів (тонни)		
			Обмеження по майдан- чику	вироблено	Переміще- но
IV	Відпрацьоване сульфоване вугілля, бита цегла, відпрацьовані іонообмінні смоли, відпрацьовані й карбід кальцію, шлам від очистки резервуарів, будівельні відходи	Звалище промислови х відходів РАЕС	35	0,3	0
			60	0	0
			5000	749,19	749,19
			15000	0	0
			5000	2825	2825
IV	Шлак	Звалище побутових відходів	10	6,12	6,12
IV	Тирса	Пиловловлю вач, Використову ється в побутових цілях	50	3,9	3,9
IV	Використані шини	Спеціальне місце зберігання	25	11,31	19,8
IV	Побутові відходи	Міське звалище побутових відходів	1000	364	364

Санітарно-захисна зона Рівненської АЕС має радіус 2,5 км. Зона спостереження (ЗС) є колом з радіусом тридцяти кілометрів та центром в точці розташування АЕС [22] .

Основним заходом з удосконалення системи поводження з РАВ на ВП «Рівненська АЕС» є будівництво комплексу з переробки радіоактивних

відходів (КП РАВ). Програмою ПМ- Д.0.18.174-16 передбачено введення КП РАВ у експлуатацію у 2018 році. Отримано Окремий дозвіл Держатомрегулювання України на введення в експлуатацію нового об'єкта інфраструктури – комплексу з переробки радіоактивних відходів.

Держатомрегулювання України забезпечено регулюючий супровід робіт, розгляд і погодження програм комплексних випробувань та відповідних технічних рішень щодо введення у дослідну експлуатацію КП РАВ на ВП «Рівненська АЕС» у складі технологічних установок:

- вилучення ТРВ з відсіків сховищ ТРВ;
- сортування та фрагментації ТРВ;
- суперпресування ТРВ;
- цементування ТРВ;
- вимірювання активності ТРВ; 72
- дезактивації металу;
- переробки відпрацьованого мастила.

Введення комплексу дозволить:

- зменшити об'єм накопичених ТРВ і тих, що утворюються в процесі експлуатації;
- кондиціонувати тверді радіоактивні відходи (ТРВ) для забезпечення безпечного довготривалого зберігання або захоронення;
- отримати додаткові вільні об'єми в існуючих сховищах для тимчасового зберігання контейнерів з кондиційованими ТРВ у власність держави.

Поводження з РАВ у ВП «Рівненська АЕС» відбувається як на будь – якому діючому ВП АЕС у відповідності до принципової схеми, наведеної на рисунку 1.9.

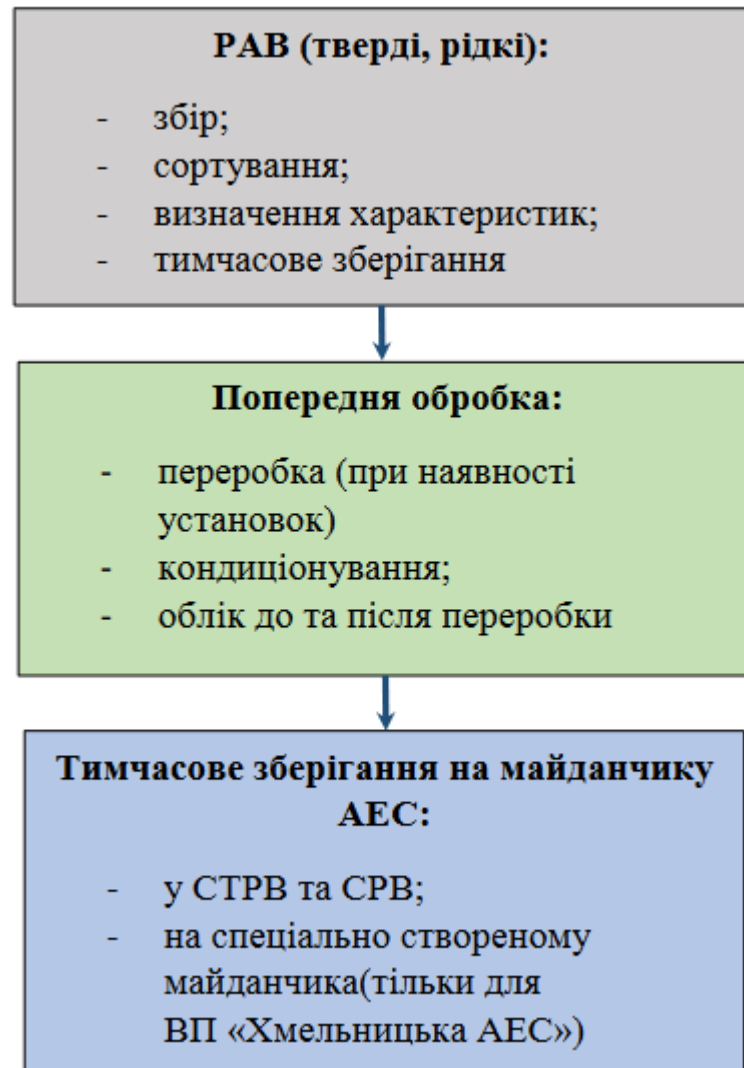


Рисунок 1.9. – Принципова схема поводження з РАВ на АЕС [23]

Стан поводження з РАВ на АЕС України характеризується відсутністю завершеного технологічного циклу від переробки до отримання кінцевого продукту, прийняттого для подальшого довготривалого зберігання або захоронення.

На цей час, у зв'язку з неготовністю Оператора сховищ ДСП «ЦППРВ», що знаходиться у підпорядкуванні державного агентства з управління зоною відчуження, до прийому РАВ АЕС на довготривале зберігання та захоронення, передача РАВ АЕС до цього спеціалізованого підприємства не здійснюється [23].

РОЗДІЛ 2

ВПЛИВ РІВНЕНСЬКОЇ АТОМНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

2.1 Характеристика стану навколишнього середовища в межах зони спостереження Рівненської АЕС

Клімат в районі розташування Рівненської АЕС характеризується помірно-континентальним кліматом з позитивним балансом вологи, влітку температура вище і відносна вологість повітря нижча, а взимку температура нижча, вологість вище і випадає сніг. Клімат регіону формується під впливом морських і континентальних повітряних мас.

Середньорічна температура в межах 30-кілометрової зони РАЕС знаходиться в межах 7,1-7,3 °С, абсолютний максимум температури - 36,9-37,8 °С, абсолютний мінімум - - 32,6-36,9 °С. Середньорічна відносна вологість 78-79%, середньорічний парціальний тиск водяної пари 8,7-8,9 гПа, різниця насичення 3,2-3,5 гПа [24].

За кількістю опадів ця територія є вододостатньою. Тут можна спостерігати всі види опадів: рідкі, тверді та змішані. Річна кількість опадів у північному районі — 588 мм, у центральному, західному та східному — 627—648 мм, у південному — 579—596 мм. У теплий період року зосереджено близько 70% річної кількості опадів. Середня кількість дощових днів у цьому регіоні становить від 145 до 159 днів на рік. В ЗС малі швидкості вітру (до 3 м/с) є найтривалішими їх повторюваність складає 68-78%. Середньорічна повторюваність штилів зменшується в напрямі з півночі на південь (від 19,4 до 3 %) і з сходу на захід (від 15,7 до 11,4 %). Великі швидкості вітру спостерігаються переважно з заходу та північного заходу та приурочені до холодного періоду року. Екстремальні швидкості вітру були зафіксовані в південній частині зони (38-40 м/с) [25].

2.2 Вплив Рівненської АЕС на гідрологічне середовище

Гідрологічно Рівненщина знаходиться у районі трьох артезіанських басейнів підземних вод: Волино-Подільського, Прип'ятського та Українського басейну тріщинуватих вод. Прогнозні ресурси підземних вод області оцінюються 1314,9 млн. м³/рік. Затверджені запаси підземних вод – 195,8 млрд. м³/рік. Рівненська область, як і більшість областей західного і північного регіону України, багата на поверхневі води. Територією області протікає 171 річка довжиною понад 10 км, знаходиться 150 озер, 12 водосховищ, 1688 ставків. Річки області належать до басейну Прип'яті і живляться, в основному, за рахунок талих снігових вод, у меншій мірі – ґрунтових вод та атмосферних опадів. Найбільші з них – Стир з притокою Іква, Ствига з притокою Льва, Горинь та її притока Случ. Найбільші серед озер області – Нобель (4,99 км²) та Біле (4,53 км²). Є також значна кількість озер у заплавах річок Горині, Стиру, Веселухи.

В цілях охолодження на Рівненській АЕС використовується вода річки Стир, в таблиці 2.1. наведено місячний та річний сток річки Стир.

Таблиця 2.1 – Місячний та річний сток річки Стир (м³/с)

Тип року	Місяць												Середньорічний
	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	
Середній рік 50%	58,8	90,0	38,3	34,4	28,9	22,7	24,3	28,5	32,6	29,1	23,5	41,3	37,7
Сухий рік 75%	66,8	54,5	41,9	29,6	22,5	20,2	21,2	23,3	25,7	30,1	22,5	25,5	32,0
Сухий рік 95%	58,2	47,5	36,6	22,6	17,2	15,3	16,1	17,8	19,6	20,8	15,5	17,6	25,4

В зоні спостереження здійснюється моніторинг стану поверхневих та підземних вод.

Аналіз даних про підземні води свідчить про нерівномірне зростання рівня підземних вод на території АЕС, через процеси інфільтрації води з подводного та відводного каналів, градірень та інших гідроспоруд. Відповідно, температура та хімічний склад підземних вод були змінені через інфільтрацію теплих мінералізованих вод [26].

Динаміка підземних вод місцями призвела до посилення процесів картування на території проммайданчика Рівненської АЕС без впливу поза цією територією. На сьогодні гідродинаміка та температурні умови верхнього водоносного горизонту вважаються стабільними.

За останнє десятиліття основні гідрологічні параметри річки Стир суттєво не змінилися і не вимагають перегляду проекту АЕС. Розподіл стоку протягом року став більш стабільним через кліматичні зміни, пов'язані з тенденціями до вищих температур взимку і нижчих влітку [27].

Рівненська АЕС є одним із головних користувачів води в річці Стир. Рушійними силами очікуваних довгострокових змін в структурі підземних та поверхневих вод є наступні фактори:

- будь-яка еволюція процесу картування, через природні причини або у зв'язку з діяльністю аес;
- еволюція режиму використання води через розвиток соціально-економічної діяльності в басейні річки стир (сільське господарство, населення). на даний момент тенденцій не визначено;
- міграція радіонуклідів техногенного походження в басейні річки стир (переважно, чорнобильського походження).

Скиди води в річку Стир в середньому на 10 °С тепліші, ніж вода в річці, що призводить до середнього підвищення температури води в річці на 2 °С. Ця величина значно менша максимально допустимого підвищення у 8 °С, визначеного для Рівненської АЕС.

У випадку аварії і залежно від природи аварії, до водного середовища потенційно можуть потрапити значні обсяги радіоактивних забруднюючих речовин [28].

2.3 Вплив Рівненської АЕС на атмосферу

За оцінками, основним джерелом забруднення атмосфери є транспорт (всього на Рівненській АЕС працює 342 транспортні засоби: 118 дизельних і 224 бензинових, а також 7 тепловозів і залізничних кранів).

Основним методом контролю та обліку викидів забруднюючих речовин в навколишнє середовище є розрахунковий метод, який впроваджується щоквартально на основі даних поточного матеріального балансу станції. Окрім використання розрахункових методів для контролю, щороку також проводиться вибіркового аналіз промислових викидів зі стаціонарних джерел. Зареєстровано 53 стаціонарних джерела 33 нерадіоактивних забруднюючих речовин. Концентрація забруднюючих речовин на межі санітарно-захисної зони значно нижча за гранично допустиму концентрацію, передбачену державними санітарними правилами [29].

Розглянемо та проаналізуємо інформацію щодо радіоактивного забруднення приземного шару атмосфери за 2013-2015 роки наведена на рис. 2.1.

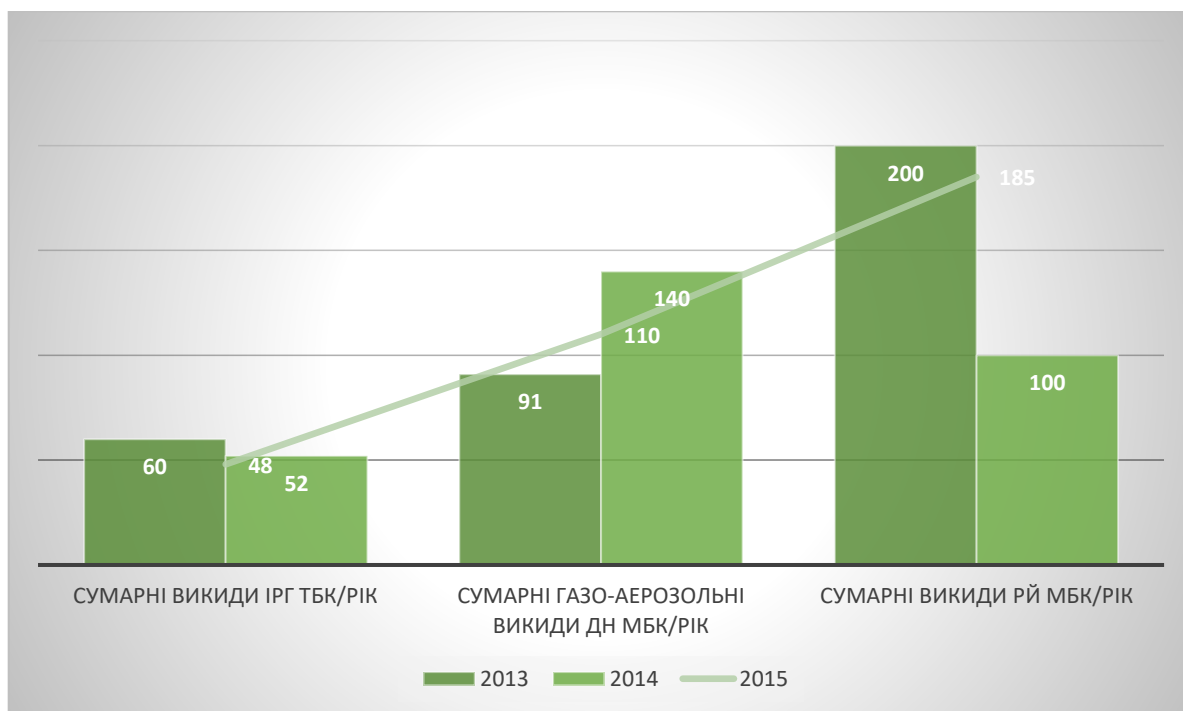


Рисунок 2.1. – Радіоактивне забруднення приземного шару атмосфери [30]

Основним джерелом викидів в атмосферу від Рівненської АЕС є резервні дизель-генератори, які під час роботи викидають діоксид азоту, діоксини сірки та тверді частки. Генератори розташовані в будівлях атомної електростанції разом з іншими допоміжними промисловими приміщеннями та цехами.

Парк авто АЕС налічує 342 автомобілі (224 на бензині та 118 на дизелі), а також 7 локомотивів і залізничних кранів. Основні забруднювачі - бензин, діоксини азоту, вуглеводні - за складом не визначені. Всього в атмосферу потрапляють 53 джерела викидів забруднюючих речовин від АЕС. З них 2 джерела обладнані газоочисним обладнанням [30]. РАЕС не має суттєвого впливу на якість атмосферного повітря за радіаційними показниками, а його внесок у загальні викиди шкідливих речовин на території моніторингу також дуже малий.

Основними факторами, які сприятимуть подальшому розвитку якості повітря в Тридцятикілометровій зоні моніторингу Рівненської АЕС, є: Основні забруднюючі промислові об'єкти зазнали значної еволюції. В аграрному секторі спостерігаються коливання в застосуванні пестицидів на різних територіях.

Промисловість підлягає перегляду стандартів і норм щодо дозволених викидів. Кількість палива, що використовується в транспорті, може бути різною [31]. У разі виникнення аварії різні види аварій можуть призвести до викиду в повітря великої кількості радіоактивних забруднень і пилу.

2.4. Вплив Рівненської АЕС на ґрунти та ландшафт в межах санітарно-захисної зони

Територія області розташована у межах двох крупних платформних структур—Українського щита та Волинсько-Подільської плити, і лише незначна ділянка на північно-східній окраїні Рівненщини лежить у межах Прип'ятського прогину. Мінерально-сировинна база області складається з корисних копалин паливно-енергетичного напрямку (торф), дорогоцінного каменю (бурштин), базальтової сировини для виробництва мінеральної вати та волокна, сировини

для виробництва будівельних матеріалів (сировина цементна, скляна, крейда будівельна, камінь будівельний тощо), прісних та мінеральних підземних вод.

Дніпровський льодовик відіграє вирішальну роль у формуванні рельєфу території. У Волинському Поліссі рельєф має різноманітну і складну будову. Моренна рівнина, займаючи близько 20% суші, досягає середніх висот до 180,0 м. Цей регіон складений переважно моренними суглинками та супісками [22].

У прогляціальній зоні ландшафт складається переважно з плоских заболочених водно-льодових рівнин. У районі 30 км Рівненської АЕС переважають ґрунти легкого механічного складу – піщані, глинисто-супіщані та супіщані. Легкосуглинковий ґрунт поширений мало і поширений переважно в заплавах річок, середньосуглинистий – рідко.

Ґрунтовий покрив на 30 км території РАЕС досить різноманітний, тут: дернові вапнякові, дернові, алювіальні, лучні, лучно-болотні, торф'яно-болотні, торф'яно-болотні (всього близько 280 типів ґрунтів).

Болота поширені по всій території області, здебільшого це низовини, рідше перехідні та височини.

Водночас слід зазначити, що заболоченість дуже нерівномірна, коливається від 40% на півночі до 2-3% на півдні. Ситуація з радіоактивним забрудненням ґрунту представлена на рисунку 2.2.

Аналізуючи дані, можна зробити висновок, що після завершення будівництва РАЕС концентрація цезію 137 у ґрунті не збільшилася, що допускається [33].

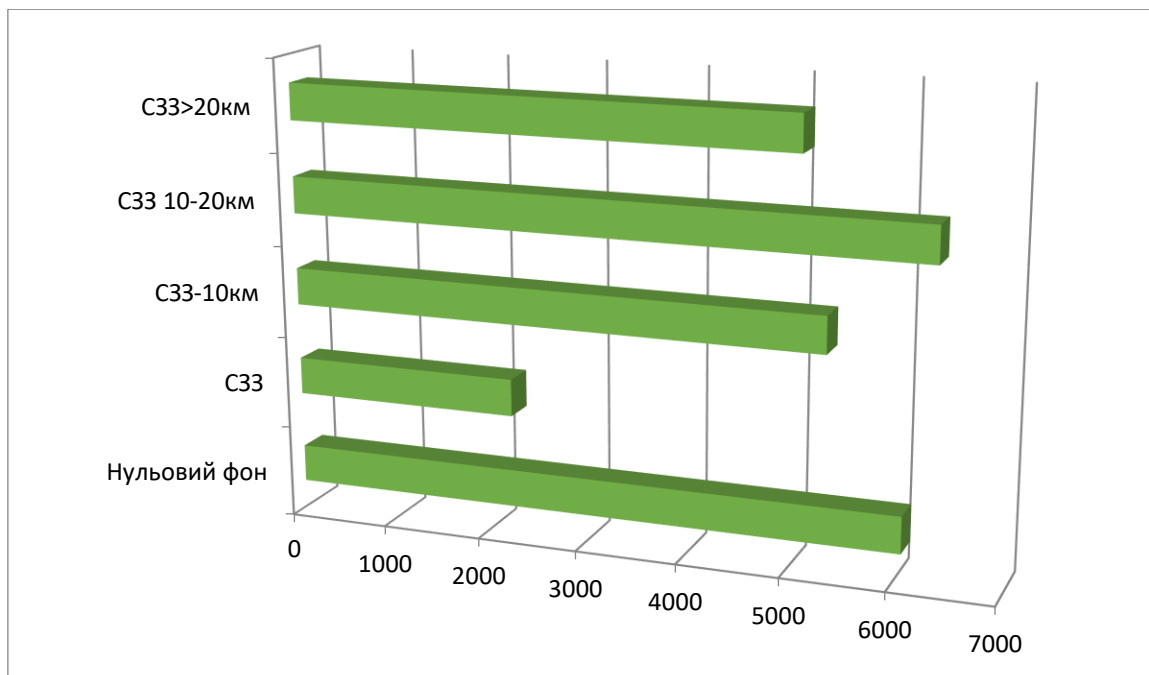


Рисунок 2.2. – Забруднення ґрунту цезієм-137 [34]

У тридцяти кілометрах від Рівненської АЕС спостерігалися несприятливі екзогенні геологічні процеси:

- Карстові утворення;
- Ярна ерозія;
- Площинна ерозія;
- Регіональне заболочування (підтоплення).

Основним небезпечним екзогенним процесом у промисловій зоні РАЕС та селищі є розвиток карсту.

З метою вивчення динаміки процесу карстоутворення та спостереження за рівнем ґрунтових вод, станом ґрунту в основі будівель не рідше одного разу на рік проводяться карстові дослідження на осередках ураження.

За нормальних умов експлуатації Рівненська АЕС не має негативного радіаційного впливу на ґрунт. У разі аварії, залежно від характеру аварії, на поверхню Землі може випасти велика кількість радіоактивних забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу [34].

2.5. Флора та фауна в межах санітарно-захисної зони та вплив Рівненської АЕС на заповідні об'єкти

30-кілометрова зона РАЕС розташована в зоні європейських широколистяних лісів і належить до чотирьох геоботанічних регіонів Полісся.

Природна рослинність покриває 66,5% території 30-кілометрової зони РАЕС. З них 49,6% – це ліси, 10,9% – луки, 4,6% – водно-болотні угіддя, 1% – пустирі і 0,4% – водна рослинність.

Сільськогосподарські угіддя становлять 27,1%, торфовища – 0,6%, а грубозерністі рослинні угруповання з населеними пунктами – 5,8%.

Рослинність переважно лісова, з переважанням сосни та дуба. Вільхові та березові ліси займають відносно невелику площу, тоді як дубові, березові та ялинові ліси дуже малі. Лучна рослинність представлена заплавними та материковими луками, де переважають справжні луки. Поширені також евтрофні та мезотрофні водно-болотні угіддя.

Завдяки сприятливим ґрунтовим умовам лісові ресурси демонструють високі темпи приросту. Лісовий фонд має великий потенціал для заготівлі технологічних, харчових та лікарських ресурсів. Лісова рослинність має високу естетичну та рекреаційну цінність, але використання лісів у рекреаційних цілях є незначним [35].

У 30-кілометровій зоні Рівненської АЕС зростає 23 види рослин, занесених до Червоної книги України, та група видів, що перебувають на межі ареалу.

Фауна 30-кілометрової зони РАЕС є типовою для польської біосфери: в зоні РАЕС мешкає близько 4000 видів комах, наприклад, 23 з 25 відомих в Україні рядів вищих комах (Pterygota). До охоронюваних видів комах належать метелики, бабки та деякі види джмелів (загалом 18 видів).

У лісостеповій зоні області зростає чисельність зайців, лисиць, мишоподібних гризунів та землерийв, проте видовий склад лісової фауни тут значно бідніший, ніж у лісах Полісся (частіше зустрічаються лише білки, лісові куниці, дещо менше – вовки, дикі кабани тощо). Разом з тим, є чимало видів

хребетних, які поширені всією територією області, не маючи певних регіональних ареалів. Серед таких представники орнітофауни - водоплавні, болотні та лучні птахи (качки, кулики, перепілки тощо). В тридцяти кілометровій зоні РАЕС відмічено 190 видів птахів, з яких близько 150 видів гніздяться. Інші є перелітними і відвідують даний регіон спорадично.

Фауна ссавців налічує близько 50 видів, головним чином через те, що територія вкрита лісами, населення відносно рідкісне, а деякі райони є недоступними.

У радіусі 30 км від ЛАЕС розташовано 48 природно-заповідних об'єктів різного ступеня захисту, що охоплюють площу понад 12 000 га. В основному це рослинні, лісові, гідрологічні, ландшафтні заказники та їх підрозділи.

У зоні спостереження Рівненської АЕС спостерігаються такі тенденції у флорі та фауні:

- Потенціал для впровадження нових сільськогосподарських культур;
- Збільшення лісистості завдяки розширенню природоохоронних територій (парків, заповідників) в результаті державної політики;
- потенційний вплив зміни клімату на лісові території.

Жодна з цих тенденцій не пов'язана з роботою атомних електростанцій. За нормальних умов експлуатації Рівненська АЕС не має негативного радіаційного впливу на флору, фауну та природоохоронні території [37].

2.6 Вплив на поверхневі і підземні води

Частина води з системи охолодження безперервно повертається назад у річку через один випуск промислово-зливової каналізації, який знаходиться на 30 м нижче за течією річки від водозабору річкової (додаткової) води. В систему промислово – зливової каналізації безперервно поступає продувка циркуляційних систем та час від часу, після розрахунку не перевищення нормативів скиду забруднюючих речовин – інші дебалансні води з проммайданчика енергоблоків. Дозволом на спецводокористування передбачено скиди в об'ємі до 18409,0 тис. м³ води за рік (0,7 м³/сек).

Контроль хімічного складу зворотних вод, вод річки до водозабору ВП «Рівненська АЕС» та після скиду ведуть атестовані лабораторії станції [38] .

Аналіз показників, які контролюються, свідчать що перевищень гранично допустимих скидів (у тонах) не було, скидна вода нормативно чиста, містить ті ж природні домішки, що й вихідна річкова, робота ВП «Рівненська АЕС» не вносить суттєвих змін у якість поверхневих вод.

Тут залягають такі водоносні горизонти і комплекси, зверху вниз:

- насипні ґрунти (на окремих ділянках) та природні четвертинні відкладення: піски, нижче супіски, нерідко суглинки. Підшва шару відслідковується на глибині в середньому 15,00÷25,00 м від планувальної відмітки, орієнтовні абсолютні відмітки в основному 166,00÷168,00 м. Комплекс водоносний безнапірний (ґрунтові води), який живиться за рахунок атмосферних опадів, частково – за рахунок перетікання з інших горизонтів. Глибина залягання рівня ґрунтових вод 7,00÷15,00 м, а місцями і більше. Амплітуда сезонних коливань рівня ґрунтових вод 1,00÷2,00 м. Основне розвантаження водоносного комплексу – в південному напрямку від проммайданчику, тобто в долину річки Стир. Горизонт контролюється трьома свердловинами стаціонарної спостережної гідрогеологічної мережі на «верховодку» та 123-ма на інші ґрунтові води;

- горизонт відкладень верхньої крейди. Домінуюче положення в перерізі займає крейда тріщинувата, в якій розвиваються карстово-суфозійні процеси (пустотні проміжки, великі тріщини, заповнені крейдяною суспензією або «заліковані» частинками порід, які залягають вище – піском, супіском, іноді навіть глиною, частіше у виваженому стані). Загальна потужність відкладень сягає 15,00 м, підшва шару на абсолютних відмітках 148,00÷151,00 м. У верхній частині мергельно-крейдяної товщі виділяється зона водотривкої глинистої маси на проммайданчика 25,00÷40,00 м. Горизонт контролюється 54-ма свердловинами стаціонарної спостережної гідрогеологічної мережі;

- водоносний горизонт відкладень берестовецької свити верхнього протерозою має широке розповсюдження, витриманий по простяганню і

потужності. Водовмісні породи – тріщинуваті базальти і різно зернисті тріщинуваті туфи. Водотривким шаром є щільні туфи, залягаючи у верхній частині розрізу. Роздільним шаром між верхньопротирозойським верхньокрейдяним водоносним горизонтами є масивна крейда, але через мале розповсюдження цієї породи існує гідравлічний зв'язок горизонтів. Тому відмітки п'езометричного рівня обох горизонтів мало відрізняються. Живлення відбувається за рахунок інфільтрації вод з вище лежачих водоносних горизонтів. Горизонт напірний. Глибина залягання горизонту на проммайданчика 40,00÷45,00 м. Горизонт контролюється 13-тю свердловинами стаціонарної спостережної гідрогеологічної мережі [39].

До складу робіт з гідрогеологічних спостережень входять:

- виміри рівня та температури води в свердловинах;
- виміри температури по всій довжині ствола в свердловинах – термокартаж;
- відкачка води зі свердловин;
- відбір проб води із свердловин для визначення хімічного складу підземних вод;
- ревізія стану спостережних гідрогеологічних свердловин.

Зони санітарної охорони першого поясу артезіанських свердловин с. Острів виділені та огорожені. У районах розміщення шламонакопичувача і полігону будівельних та промислових відходів ВП «Рівненська АЕС» проводиться аналіз еколого-хімічною лабораторією, що атестована на право виконання вимірювань хімічного складу підземних вод (свердловин). Аналіз контрольованих характеристик свідчить, що робота ВП «Рівненська АЕС» не вносить суттєвих змін в якість підземних вод [40].

2.7 Оцінка впливів Рівненської АЕС на навколишнє соціальне середовище

Зона спостереження Рівненської АЕС охоплює дві області: Рівненську та Волинську.

Загалом у радіусі 30 км від Рівненської АЕС проживає близько 130 000 осіб (95 000 у Рівненській області та 35 000 у Волинській області), щільність населення становить 54,8 осіб/км² у Рівненській області та 32,7 осіб/км² у Волинській області (середній показник по Україні - 75 осіб/км²).

Місто Вараш з населенням близько 40 800 осіб знаходиться на відстані 3 км. Відстань до центру міста Володимирця становить 18 км.

Інші найближчі села включають:

- Рафалівка - 5 км, 3 300 осіб (Рівненська область);
- Володимирці - 18 км, 8 800 осіб (Рівненська область);
- Маневичі: 26 км, населення 10 400 (Волинська область).

Наразі територія, прилегла до Рівненської АЕС, в основному нерозвинена з точки зору промисловості та сільського господарства.

Існуючі підприємства в основному займаються харчовою промисловістю, деревообробкою, будівництвом доріг та виробництвом будівельних матеріалів. Промислові підприємства розташовані в Кузнецовську, Володимирці та Маневичах.

30-кілометрова зона Рівненської АЕС характеризується низькотехнологічним промисловим виробництвом. Наявні підприємства здебільшого належать до виробництва продуктів харчування, деревообробки, дорожнього будівництва та виробництва будівельних матеріалів [41].

У сільському господарстві основними культурами є пшениця, жито та овес. Посівні площі становлять 18 500 га і скорочуються з економічних причин. Демографічний склад населення становить 46,7% міського і 53,3% сільського.

Розвиток енергетики сприяв урбанізації. Найбільший приріст населення спостерігається у Вараші, що пов'язано з трудовою міграцією (працівники АЕС). На Рівненській АЕС працювало близько 5 000 осіб.

Збільшення чисельності міського населення в зоні відчуження Рівненської АЕС супроводжувалося зменшенням чисельності сільського населення (переселення сільських жителів). У таблиці 2.2 подано основні

причини смерті населення, яке проживає в зоні відчуження Рівненської АЕС [42].

Таблиця 2.2. – Основні причини смерті населення, яке проживає в СЗЗ Рівненської АЕС

	Серцево-судинні	Пухлини	Зовнішні Причини	Система травлення	Дихальна система	Інше
Рівненська область	71,1 %	12,1 %	6,4 %	3,7 %	2,0 %	3,4 %
Волинська область	66,3 %	9,8 %	6,7 %	4,4 %	6,3 %	4,6 %
Україна	63,0 %	11,8 %	8,7 %	4,4 %	3,3 %	6,7 %

Аналіз даних, наведених у таблиці 2.2, показує, що серцево-судинні захворювання є поширеними. Основними причинами серцево-судинних захворювань є:

- перевтома, надмірні фізичні навантаження
- Психологічні травми;
- Гіпертонія; куріння.
- Отруєння свинцем;
- Порушення оптимального співвідношення жирних кислот у раціоні;
- Надмірне споживання коротко- і середньоланцюгових жирних кислот;
- Тривале вживання м'якої води;
- Порушення метаболізму метіоніну та гомоцистеїну;
- оксидативний стрес [43].

Експлуатація та обслуговування РАЕС не є причиною серцево-судинних захворювань і не впливає на інші причини захворюваності, згадані вище.

Мешканці, які проживають в околицях ЛАЕС, здебільшого не піддаються промислового забрудненню, тому що використовують навколишнє середовище для дуже невеликої кількості промислових об'єктів. Рівненська АЕС є основним промисловим об'єктом у цьому районі.

У найближчі кілька років факторами, що сприятимуть зміні стану здоров'я населення регіону, ймовірно, стануть:

- відсутність розвитку промислових підприємств із високим рівнем забруднення довкілля (на момент написання цього звіту відсутні будь-які свідчення значної програми перетворення промисловості);

- зміни в доступності медичних послуг і ліків (це залежатиме від рівня доходів населення);

- поширеність інфекцій, що передаються статевим шляхом (хоча рівень ВІЛ-інфекції в Рівненській області нижчий, ніж у середньому по Україні);

- поліпшення охорони довкілля;

- повільний розпад чорнобильських ^{137}Cs і ^{90}Sr , які нині є найбільшими джерелами антропогенної радіоактивності в регіоні.

Робота Рівненської АЕС не чинить і не чинитиме в майбутньому за нормальних умов експлуатації будь-якого негативного впливу на здоров'я населення [44].

2.8 Оцінка впливів на техногенне навколишнє середовище

Короткий опис поточної ситуації в зоні. Крім атомної електростанції, у 30-кілометровій зоні розташовано 18 промислових підприємств. Це об'єкти регіонального значення з невеликими обсягами виробництва. Радіус санітарно-захисної зони для цих підприємств становить 50-300 метрів [45].

За 150 метрів на південь від проммайданчика АЕС проходить ділянка залізниці Київ-Ковель. Найближча до проммайданчика залізнична станція Рафалівка розташована приблизно за 5 км на схід від АЕС.

Автодорога державного значення Київ-Ковер розташована приблизно за 20 км на південь від майданчика АЕС. Також у межах 30 км від АЕС є кілька автозаправних станцій.

У зоні спостереження немає газо- і нафтопроводів, але є сім сховищ паливно-мастильних матеріалів [46].

Нині в радіусі 30 км від Рівненської АЕС налічується 50 колгоспів. Основними культурами є пшениця, жито та овес, а загальна площа посівів зернових становить ~18,5 000 га [47].

Шкідливі викиди в атмосферу, викиди у водне середовище, теплові викиди та скиди, а також водоспоживання АЕС не мають істотного впливу на навколишнє техногенне середовище.

У разі проектно-базової аварії на Рівенській АЕС негативний вплив на навколишнє середовище не перевищує допустимих меж і не потребує спеціальних заходів.

У разі аварії вище проаналізованого розрахункового рівня можливе тимчасове обмеження використання продуктів харчування, вироблених на обмежених територіях у межах осі слідів радіоактивного випромінювання аварії [48].

РОЗДІЛ 3

ВИКИДИ РЕАКТОРУ ТА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ЗАБРУДНЮВАЧІ ВОД

3.1 Основні фізико- хімічні забруднювачі в воді .

Встановлено, що понад 400 видів речовин можуть спричинити забруднення вод. У разі перевищення допустимої норми хоча б за одним із трьох показників шкідливості: санітарно-токсикологічним, загально санітарним або органолептичним, вода вважається забрудненою [49] .

Розрізняють хімічні, біологічні та фізичні забруднювачі. Серед хімічних забруднювачів до найпоширеніших відносяться нафта та нафтопродукти, СПАР (синтетичні поверхнево-активні речовини), пестициди, важкі метали, діоксини [50] .

Дуже небезпечно забруднюють воду біологічні забруднювачі, наприклад, віруси та інші хвороботворні мікроорганізми, і фізичні радіоактивні речовини та ін. Найчастіше зустрічається хімічне та бактеріальне забруднення вод. Хімічне забруднення - найбільш поширене, стійке і далеко розповсюджується. Воно може бути органічним (феноли, нафтенові кислоти, пестициди та ін.) та неорганічним (солі, кислоти, луги), токсичним (миш'як, сполуки ртуті, свинцю, кадмію та ін.) та нетоксичним .

Нітрати – це солі азотної кислоти, які можуть токсично впливати на організм. Нітрати у воді, як правило, є результатом влучення в джерела водопостачання стоків промислових підприємств або азотовмісних добрив з полів. Багато людей думають, що вода зі свердловини або колодязя апріорі чистіша і здоровіша за ту, що тече з крана [51] .

Фахівці відзначають, що при аналізі води на нітрати досить часто бракують саме проби води з колодязів і свердловин невеликої глибини. Також у зоні ризику та поверхневі джерела (річки, озера). Причина цього полягає, насамперед, у використанні великої кількості добрив, що містять азот, і нерозумної господарської діяльності (наприклад, коли колодязь знаходиться недалеко від місця стоків з полів). Нітрати потрапляють у ґрунт, а звідти у

грунтові води, а з них – у свердловини та колодязі. Якщо вміст нітратів у питній воді перевищено, її вживання може мати досить серйозні наслідки здоров'ю [52].

Нітридами називаються солі азотистої кислоти. Вони є проміжними продуктами біологічного розкладання азотовмісних органічних сполук. У природних водах кількість нітриту може збільшуватися, якщо забруднюючих речовин дуже багато і корисні бактерії не встигають їх переробити. Проте здебільшого це відбувається з вини людини. Використання азотистих добрив, стоки промислових підприємств та тваринницьких ферм помітно впливають на підвищення концентрації домішок у воді [53, 54].

Хлориди –це різні хімічні сполуки, які є солі соляної кислоти. Найпопулярніші хлориди у воді – кальцієві, магнієві та натрієві. Завдяки своїй розчинності вони присутні практично у кожному джерелі. А ось у басейнах хлориди можуть утворюватися внаслідок хлорування, необхідного для дезінфекції води. Підвищений вміст хлоридів - досить серйозна проблема, оскільки при великій концентрації такі хімічні сполуки не найкраще впливають на організм людини та свійських тварин. Занадто хлоридна питна вода має неприємний солоний присмак, оскільки натрій (найпоширеніша основа катіонного складу) у поєднанні з хлором призводить до підвищеного утворення кухонної солі .

Можливі наслідки для організму тривалого вживання питної води з високим вмістом хлоридів:

- негативний вплив на органи шлунково-кишкового тракту (зокрема, слизові оболонки шлунка, стравоходу та кишечника);
- підвищена ймовірність розвитку жовчнокам'яної хвороби;
- погіршення якості травлення;
- підвищений ризик розвитку захворювання органів сечостатевої системи (включаючи новоутворення, а також сечокам'яну хворобу);
- зміни у роботі кровоносної системи, ризик розвитку гіпертонії;

- регулярно високе навантаження на нирки, ризик розвитку нирковокам'яної хвороби .

Втім, негативна дія на організм людини – не єдина проблема, яку рано чи пізно провокує низька якість води. Хлорид у воді – причина розвитку корозії та появи плям на стінах труб, опалювальних та сантехнічних приладів, теплообмінників, індивідуальних опалювальних котлів, а також іншої дорогої техніки [55].

Перманганатна окислюваність визначає вміст органічних та мінеральних речовин у воді, що окислюються хімічними окислювачами за певних умов. Це допомагає встановити конкретний показник щодо забруднення води в цілому. При визначення якості питної води аналізується кожна речовина окремо. Чим менший показник перманганатної окиснюваності, тим більша ймовірність використання води не лише для експлуатаційних потреб [56].

Загальне залізо. Підвищений вміст заліза у воді, особливо у питній воді – споконвічна проблема як користувачів центрального водопроводу, так і власників колодязів та свердловин. Залізна вода негативно впливає на здоров'я людини та тварин, скорочує термін експлуатації сантехніки та побутових приладів. Не кажучи вже про неприємний запах, присмак та ін. Надлишок заліза в питній воді має негативний ефект на організм людини. Все "зайве" залізо не може засвоїтися і не виводиться тілом. Тканини та внутрішні органи акумулюють метал і при досягненні певних концентрацій починають руйнуватися. Великий вміст металу може завдати шкоди різним системам

організму . Надлишок, як і недолік заліза, чреватий захворюваннями і неприємними симптомами:

- ураженням тканин (гемохроматоз);
- хворобами нирок, печінки, всього шлунково-кишкового тракту;
- млявістю, зниженням імунітету;
- сухістю шкіри та ламкістю волосся, алергічними реакціями та ін. Вода з підвищеною кількістю заліза також може зашкодити майну:
- корозія сантехніки та нагрівальних приладів;

- іржаві плями на речах з пральної машини;
- наліт на емальованих та металевих поверхнях.

Не кажучи вже про те, що воду з присмаком або запахом заліза не тільки небезпечно, але й неприємно вживати всередину або приймати водні процедури [57, 58]

Сульфати – це сірчаноокислотні солі сірчаної кислоти, у природній воді поширені у вигляді солей кальцію, магнію, натрію, калію. У воді сульфати можуть бути через попадання з ґрунту або причина у забрудненні джерел води стічними водами .

Наявність сульфатів у промислових стічних водах пояснюється технологічним процесом для підприємства, у яких використовується сірчана кислота (наприклад, виготовлення добрив чи хімічних речовин). Смак води змінюється, коли концентрація сульфатів перевищує 250 мг на літр. Оскільки сульфати мають на організм проносну дію, його концентрація у воді суворо регламентується .

Якщо у воді перевищено норму вмісту сульфатів, її не можна не тільки пити, але й використовувати як технічну воду. Якщо питна вода тече свинцевими трубами, є ризик концентрації сульфатів вище 200 мг/л і ризик зараження води свинцем .

Продуктом розпаду амонію є аміак. У воді він зв'язується з іншими елементами та може створювати дуже токсичні сполуки. За даними СанПін концентрація амонійного азоту має перевищувати показник 2 мг/л [59].

Фосфати – це солі фосфорної кислоти, говорячи більш простою мовою, це сполуки фосфорної кислоти з певними, частіше лужними металами. Існує два напрями шкідливого впливу фосфатів на людину внутрішньо та зовнішнє . При вмісті їх у воді, що використовується для купання та миття посуду, можливе виникнення дерматитів та подразнень. Для шкіри, схильної до атопії фосфати можуть призводити до загострень .

Якщо розглядати фосфати у питній воді, важливо розуміти, що вони входять до складу більшості продуктів харчування. Фосфор є необхідним

елементом для повноцінного синтезу ферментів, він міститься в нуклеїнових кислотах, фосфоліпідах, кістки людини складаються переважно гідроксиапатиту, який у свою чергу містить близько 16% фосфору. При надлишку або нестачі фосфору відбуваються порушення в роботі ендокринної, сечовивідної та м'язової систем.

3.2 Можливі аварійні ситуації

Атомна енергетика несе вельми незначний внесок у зміну радіаційного фону навколишнього середовища при нормальній роботі ядерних установок. АЕС є лише частиною ядерного паливного циклу, який починається з видобутку і збагачення уранової руди.

В результаті аварій на АЕС у навколишнє середовище можуть потрапити велика кількість радіонуклідів. Можливі аварії з локальними забрудненнями лише технологічних приміщень. Також трапляються аварії, які супроводжуються викидом в навколишні середовище радіоактивних речовин у кількостях, що перевищують встановлені межі. Велику небезпеку при цьому мають викиди в атмосферу [50-55] .

На Рівненській АЕС можливі аварії та аварійні ситуації поділяються на:

- *аварія комунальна* - радіаційна аварія на АЕС, наслідки якої не обмежуються приміщеннями АЕС та її майданчиком, а поширюються на прилеглі території, де проживає населення. При оголошенні цього класу аварії необхідно негайно вжити заходів з мінімізації наслідків аварії та забезпечення захисту персоналу та населення:

- *аварія на майданчику* - радіаційна аварія на АЕС, пов'язана зі значним зниженням рівня захисту персоналу та осіб, які знаходяться поблизу АЕС. При оголошенні цього класу аварії необхідно негайно вжити заходів з мінімізації наслідків аварії, захисту персоналу та підготовки заходів щодо захисту населення і територій за межами промайданчика - якщо виникне така необхідність;

- *аварія промислова* - радіаційна аварія на АЕС, прогнозовані наслідки якої не можуть поширитися за межі територій виробничих приміщень і проммайданчика АЕС, а аварійного опромінення може зазнати тільки персонал. При оголошенні цього класу аварії необхідно негайно вжити заходів щодо зниження наслідків аварії та захисту персоналу;

- *аварійна готовність* - небезпечна подія на АЕС, пов'язана зі значним або невизначеним зниженням рівня захисту персоналу або населення.

При оголошенні цього класу небезпечної події необхідно негайно вжити заходів з оцінки та мінімізації наслідків небезпечної події, підвищити рівень готовності на проммайданчика і рівень готовності організацій, відповідальних за реагування за межами проммайданчика. При оголошенні на АЕС аварійної готовності, промислової аварії, аварії на майданчикаабо комунальної аварії САР переводиться у відповідний режим функціонування: аварійна готовність, промислова аварія, аварія на майданчику, комунальна аварія.

САР на аварії та надзвичайні ситуації на АЕС - взаємопов'язаний комплекс технічних засобів і ресурсів, організаційних, технічних та радіаційно-гігієнічних заходів, здійснюваних ДП «НАЕК «Енергоатом» для запобігання або зниження радіаційного впливу на персонал, населення та навколишнє середовище в разі ядерної або радіаційної аварії на АЕС, а також з метою забезпечення цивільного захисту [50-59] .

САР має два взаємопов'язаних рівня:

- рівень Дирекції ДП «НАЕК «Енергоатом» (САР Дирекції ДП «НАЕК «Енергоатом»);

- рівень ВП «Рівненська АЕС АЕС».

Основними завданнями САР ВП «Рівненська АЕС» є:

- підтримання необхідного рівня аварійної готовності ВП «Рівненська АЕС»;

- реагування на аварії та надзвичайні ситуації на ВП «Рівненська АЕС», включаючи реалізацію заходів щодо захисту персоналу, населення і навколишнього середовища;

- реагування на аварії під час перевезень радіоактивних матеріалів, якщо відповідником вантажу є ДП «НАЕК «Енергоатом» у частині, що стосується ВП «Рівненська АЕС». Основні заходи САР ВП РАЕС з підтримки необхідного рівня аварійної готовності:

- розроблення та своєчасний перегляд Аварійного плану ВП «Рівненська АЕС»;

- оснащення та підтримка в працездатному стані центру технічної підтримки ВКЦ, ЗКЦ;

- організація взаємодії з КЦ ДП «НАЕК «Енергоатом», ЦНД, ІКЦ Держатомрегулювання, з регіональними та місцевими органами управління територіальних і функціональних підсистем ЄДС;

- підтримання в працездатному стані та вдосконалення системи збирання, оброблення, документування, зберігання, відображення і передання даних КЦ ВП «Рівненська АЕС», систем оповіщення та зв'язку;

- завчасне формування та підтримку в стані готовності аварійного комплексу: контрольно-вимірювальних приладів і обладнання, засобів індивідуального захисту, засобів дезактивації та санітарної обробки, інструментів, пристосувань, інших аварійно-технічних засобів;

- підготовка аварійного персоналу, проведення протиаварійних тренувань, включаючи СЗПТ, розроблення графіків і програм тренувань;

- підтримання в актуальному стані нормативної, організаційно-розпорядчої та виробничої документації з аварійної готовності та реагування;

- забезпечення готовності до реагування на аварії в разі введення нових радіаційнонебезпечних об'єктів на ВП «Рівненська АЕС» [58] .

Безпека АЕС забезпечується послідовним застосуванням фізичних бар'єрів на шляху поширення іонізуючого випромінювання і радіоактивних речовин у довкілля, системи технічних і організаційних заходів щодо захисту бар'єрів і збереження їх ефективності з метою захисту персоналу, населення і довкілля.

Під час експлуатації АЕС контролюється цілісність бар'єрів на всьому шляху розповсюдження радіоактивних речовин. За нормальної експлуатації всі бар'єри й засоби їх захисту перебувають у працездатному стані. При виявленні непрацездатності будь-якого з передбачених у проекті станції бар'єра або засобів його захисту згідно з умовами безпечної експлуатації робота блоку АЕС на потужності забороняється.

Система технічних та організаційних заходів, що використовуються в проекті АЕС, має 5 рівнів:

Рівень 1: Створення умов, які запобігають порушенням нормальної експлуатації;

Рівень 2: Запобігання проектним аваріям системами нормальної експлуатації;

Рівень 3: Запобігання аваріям системами безпеки;

Рівень 4: Керування запроектованими аваріями;

Рівень 5: Аварійна готовність і реагування.

Відповідно до вимог документа «НП 306.2.141-2008. Загальні положення безпеки атомних електростанцій» у ВП «Рівненська АЕС» був розроблений аварійний план [59].

План затверджений генеральним директором ВП «Рівненська АЕС», введений в дію наказом по підприємству та підтримується в актуальному стані у встановленому порядку. Аварійний план визначає аварійну організаційну структуру ВП «Рівненська АЕС», розподіл відповідальності і обов'язків щодо аварійного реагування, склад засобів аварійного реагування, склад зовнішніх організацій, що беруть участь у аварійному реагуванні, визначає склад і порядок проведення заходів аварійного реагування на майданчика ВП «Рівненська АЕС» і у СЗЗ. Заходи аварійного реагування, які виконує АЕС, за винятком заходів щодо захисту населення та навколишнього природного середовища, обмежуються майданчиком АЕС і СЗЗ.

Заходи щодо захисту населення та довкілля, які виконує АЕС, обмежуються зоною спостереження.

У ВП «Рівненська АЕС» прийнята та виконується «Програма підвищення рівня радіаційної безпеки та забезпечення радіаційного захисту ВП РАЕС» [65], метою якої є вирішення основних завдань забезпечення радіаційної безпеки персоналу, населення і довкілля. Програма поширюється на всі підрозділи і організації, що здійснюють діяльність у ВП «Рівненська АЕС» і є обов'язковою для виконання.

За результатами проведення ДП «НАЕК «Енергоатом» цільової переоцінки безпеки (стрес-тестів) згідно «Плану дій з виконання цільової позачергової оцінки і подальшого підвищення безпеки АЕС України з урахуванням подій на Фукусіма-1» [54-59], які провадилися на вимогу Держатомрегулювання України та Європейської групи регулюючих органів з питань ядерної безпеки (ENSREG) було визнано що:

- у проектах діючих АЕС України враховано усі можливі зовнішні екстремальні природні впливи. Безпеку АЕС за врахованими у проекті зовнішніми екстремальними природними впливами обґрунтовано у матеріалах Звіту з аналізу безпеки. Результати виконаних додаткових перевірок і обходів не виявили наявності будь-яких додаткових чинників, що впливають на працездатність обладнання, яке забезпечує безпеку АЕС;

- діючі в Україні АЕС мають запас безпеки по відношенню до зовнішніх екстремальних природних впливів, характеристики яких перевищують проектні значення, що підтверджується результатами виконаної кваліфікації обладнання;

- для забезпечення тривалого тепловідведення в умовах екстремальних дій на майданчиках АЕС, існують додаткові способи забезпечення електропостачання в умовах знеструмлення та реалізовано окремі заходи для тривалого аварійного відведення тепла [50-59] .

3.3 Високоактивні відходи від переробки ВЯП ВВЕР-440

Починаючи з 1993 року, ВЯП ВВЕР-440 ВП «Рівненської АЕС» відправляється на зберігання та переробку на ФДУП «ВО «Маяк».

Кількість осклованих ВАВ, що повертатимуться в Україну, розраховується за узгодженим регулюючими органами України та Росії документом СОУ-Н ЯЕК 1.027:2010 «Методика розрахунку кількості високоактивних відходів, що повертаються в Україну після технологічного зберігання та переробки партії ВТВЗ ВВЕР-440» (введений в дію наказом Міністерства палива та енергетики України від 25.08.2010 № 332) [55-59].

На даний час в процесі погодження сторонами Технічні умови на оскловані ВАВ від переробки ВЯП реакторів ВВЕР-440 Рівненської АЕС, що підлягають поверненню в Україну, Порядок паспортизації та Програма забезпечення якості при проведенні переробки ВЯП.

Будівництво сховища на майданчикакомплексу «Вектор» ДСП «ЦППРВ» ДК УкрДО «Радон» для проміжного довготермінового (100 років) зберігання осклованих ВАВ від переробки ВЯП ВВЕР-440 передбачено завданням 3 Загальнодержавної цільової екологічної програми поводження з радіоактивними відходами, затвердженої Законом України від 17.09.2008 № 516-VI.

Крім того розроблено повний комплект проектно-кошторисної документації (стадії Проект), яку також направлено на державну будівельну експертизу.

Відповідно до проекту термін експлуатації сховища складає 15 років – на режим приймання та підготовку до зберігання ВАВ та 100 років – на режим проміжного зберігання та вивантаження ВАВ (на захоронення). Забезпечується можливість зворотного вивантаження ВАВ при завершенні проміжного зберігання у сховищі. Будівництво вестиметься у 2 черги (передбачено два пускових комплекси, перший – на 350 м³, другий – на 200 м³).

Рішення щодо розміщення сховища ВАВ на майданчикакомплексу «Вектор» має низку переваг:

- наявність близької діючої залізничної колії;
- достатньо розвинена мережа шосейних доріг;
- наявність трудових ресурсів;

- можливість використання вже існуючої інфраструктури першої черги КВ «Вектор», інженерних та телекомунікацій, систем радіаційного контролю та моніторингу довкілля.

3.4 Високоактивні відходи від переробки ВЯП ВВЕР-1000

Відпрацьоване ядерне паливо Хмельницької, Рівненської, Южно-Української АЕС з ВВЕР-1000 (до 2001 року і Запорізької АЕС) вивозиться на тимчасове зберігання з подальшою переробкою на ФДУП «Гірничо-хімічний комбінат» (м. Красноярськ, РФ). На даний час переробка ВЯП ВВЕР-1000 в РФ не здійснюється. Повернення продуктів переробки, в тому числі ВАВ, в Україну може розпочатися з 2025 року.

Кількість та номенклатура продуктів переробки ВТВЗ ВВЕР-1000 має визначатися за узгодженою та затвердженою Російської Федерацією та Україною Методикою визначення кількості високоактивних відходів та продуктів переробки, що повертаються в Україну після технологічного зберігання та переробки партії ВТВЗ ВВЕР-1000 та технічних вимог (умов) на продукти переробки ВТВЗ ВВЕР-1000 [50-59] .

Радіоактивні відходи від переробки ВЯП ВВЕР-1000 мають направлятися у сховища для проміжного зберігання з наступним їх передаванням на захоронення в глибоких геологічних формаціях. В даний час такі сховища в інфраструктурі діючих підприємств з поводження з РАВ в Україні відсутні.

Будівництво сучасного високотехнологічного централізованого сховища відпрацьованого ядерного палива, що розраховане на зберігання ВЯП Южно-Української, Рівненської та Хмельницької АЕС, вирішить на довгострокову перспективу проблему поводження з відпрацьованим паливом. Це підтверджено позитивним досвідом сухого зберігання відпрацьованого ядерного палива на Запорізькій АЕС [59] .

Урядом України видано розпорядження про надання дозволу ДП «НАЕК «Енергоатом» на розробку проекту землеустрою щодо відведення відповідної земельної ділянки в Чорнобильській зоні для реалізації проекту спорудження

централізованого сховища для відпрацьованого ядерного палива з атомних електростанцій України.

На ДП «НАЕК «Енергоатом» покладені функції експлуатуючої організації ядерної установки – централізованого сховища відпрацьованого ядерного палива реакторів типу ВВЕР вітчизняних атомних електростанцій (яке є частиною єдиного комплексу з поводження з відпрацьованим ядерним паливом державного спеціалізованого підприємства «Чорнобильська АЕС») [57-59].

За оцінками, витрати на будівництво та експлуатацію ЦСВЯП будуть майже в чотири рази менше, ніж сукупні витрати, які сьогодні несе Україна; інвестиції в ЦСВЯП окупляться менше ніж через чотири роки експлуатації.

Конструювання, виготовлення та постачання обладнання для поводження з ВЯП здійснюватиметься відповідно до контракту із компанією «Холтек Інтернешнл».

Введення ЦСВЯП в експлуатацію заплановано етапами, починаючи з 2018 року. Це дозволить відмовитись від вивезення ВЯП до російської федерації, що істотно підвищить енергетичну безпеку України та усуне ризики зупинки енергоблоків внаслідок заповнення басейнів витримки.

РОЗДІЛ 4

ХАРАКТЕРИСТИКА РАДІАЦІЙНОГО ФОНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В ЗОНІ РІВНЕНСЬКОЇ АЕС

4.1 Вплив російської агресії на атомну енергетику

Загарбницька війна росії проти України загострила питання диверсифікації постачання ядерного палива для країн з атомною енергетикою.

Світ вже має досвід відмови від російських нафти і газу, на черзі – ядерне паливо для атомних станцій. І першою у цьому процесі стала саме Україна.

До 2022 року ядерне паливо на українські АЕС постачалось із росії (ТВЕЛ) та США (Westinghouse). У перші дні російського вторгнення "Енергоатом" припинив будь-яку співпрацю з "росатомом". Це стосується і закупівлі ядерного палива. Через це росія за час агресивної війни проти нашої держави втратила чималі кошти.

Україна мала спадкову залежність від рф в атомній галузі, адже енергоблоки ВВЕР-440 та ВВЕР-1000, збудовані ще за радянських часів. Однак попри це "Енергоатом" і Westinghouse запустили процес витіснення росії з ринку ядерного палива. І він виявився більш ніж успішним.

Чистий прибуток держкорпорації "росатом", за їхньою ж інформацією, знизився за минулий рік на 14%. Хоча вірити росіянам – себе дурити. Вони не публікують даних про чистий прибуток у річному звіті, а лише визнають факт падіння прибутку. Тож, можна цей відсоток з упевненістю збільшувати вдвічі.

Велике значення мають і санкції, які вводяться проти "росатому" та атомної енергетики в цілому.

Так, Болгарія та Чехія вирішили замінити російське паливо на американське Westinghouse та французьке Framatome. Відмовилися від послуг росіян з будівництва АЕС у Фінляндії (йдеться про втрати росіян на суму орієнтовно у 7 млрд євро). Про відмову у співпраці повідомили і шведи. У

Словаччині теж не мають бажання купувати паливо у агресора. Перелік країн можна продовжувати.

Та повернемося у час до початку війни росії проти України. З приходом в "Енергоатом" нашої команди був взятий чіткий безповоротний курс на повну відмову від постачання ядерного палива з країни-агресорки [72].

З 2020 року ми не здійснили жодної закупівлі російського палива. Таким чином перший крок до позбавлення залежності "Енергоатом" здійснив ще за кілька років до 2022, зробивши запаси американського палива.

Вже до початку повномасштабного вторгнення бюджет рф недоотримав прибутку від постачання палива. І якщо робота над паливом для блоків-тисячників велась давно і воно вже використовувалось на українських АЕС, то розробка для ВВЕР-440 стала революційною і проривною.

Контракт на постачання відповідних паливних збірок ВВЕР-440 уклали у вересні 2020 року за участі Президента України Володимира Зеленського.

Виготовити паливо мали у 2024 році. Однак навіть попри повномасштабну війну ми на півтора роки прискорили процес. І вже у вересні 2023 року паливо, виготовлене Westinghouse за участі фахівців "Енергоатома", було успішно завантажено у вітчизняний реактор.

Це стало потужним сигналом для країн східної Європи, в яких наразі експлуатуються майже два десятки реакторів радянської розробки (ВВЕР-440). Це питання і політичне, і економічне.

Тож Україна стала першою та поки, на жаль, єдиною державою у світі, яка перевела енергоблоки радянської розробки (і ВВЕР-1000, і ВВЕР-440) на використання ядерного палива американської компанії Westinghouse.

Якщо інші європейські держави перейдуть на вже апробоване паливо для реакторів типу ВВЕР-440, росія за наступні 5 років не матиме прибутку щонайменше від 2 до 2,5 млрд доларів США.

Наступним етапом руйнування російської монополії, що розпочався більш ніж два роки тому, стала підготовка до виробництва компонентів тепловидільних збірок, а саме – хвостовиків і голівок для паливних касет.

Ці компоненти використовуватимуться для виробництва ядерного палива для потреб "Енергоатому" на підприємстві Westinghouse у місті Вестерос у Швеції. Наступне завдання - будівництво нової лінії збірки.

Тому вже з 2026 року, завдяки власному виробництву, Україна вийде на забезпечення себе власним ядерним паливом на 50%. Іншу половину покриватиме Westinghouse.

Власне виробництво ядерного палива – значно вигідніше, ніж його імпорт. І важливою є не лише ціна. За умови власного виробництва додаткові податки підуть в український бюджет, з'являться нові високотехнологічні робочі місця, ми матимемо сучасне високотехнологічне виробництво.

Таким чином Україна реалізує стратегію переходу на використання "чистої" енергії та декарбонізоване енергетичне майбутнє, ключову роль в якому відіграватиме атомна галузь.

У перспективі найближчих років НАЕК, спільно з Westinghouse, зможе виробляти ядерне паливо для реакторів радянського зразка, аби і країни східної Європи змогли позбавитись залежності від російського палива.

Потужна співпраця "Енергоатому" з американською компанією Westinghouse вдарить по росії на енергетичному фронті. Збитки ворога від втрати монополії у виробництві ядерного палива та будівництві атомних електростанцій можуть сягнути понад 100 млрд доларів США на рік.

Ці втрачені кошти ворог не зможе витратити на виготовлення ракет і снарядів, якими прагне знищити нашу енергосистему зокрема і країну загалом. На ці кошти ворог не зможе екіпірувати своїх військових та сплачувати зарплати своїм "атомникам", які окупували нашу ЗАЕС [45-59] .

4.2 Визначення кількісних характеристик хімічного забруднення при нормальній експлуатації енергоблоків Рівненської АЕС

Забруднення повітряного басейну в межах санітарно-захисної і 30-кілометрової зони ВП «Рівненська АЕС» викидами шкідливих речовин із

джерел АЕС характеризується валовими викидами в річному і секундному розрізі і приземною концентрацією цих викидів в атмосферному повітрі.

Розрахункові значення річних валових викидів за сумою всіх інгредієнтів мають величину 9,044÷10,335 т/рік, що становить 0,7% узгоджених в даний час значень. а в абсолютних величинах це складе від долей грамів (з'єднання марганцю, фтористий водень) до 120÷150 кг (бензин, деревний пил). Отже, такі значення не спричиняють істотного впливу на екологічну обстановку. Цей висновок підтверджується розрахунками максимальних приземних концентрацій зазначених речовин в атмосфері.

За приземним концентрацій шкідливих речовин розрахунки виконувалися на підставі значень секундних викидів з усіх джерел ВП «Рівненська АЕС», обсяги і температури витрат газових мас що викидаються, висот і діаметрів вентиляційних труб, координати джерел викидів тощо.

Розрахунки виконувалися з використанням програмного комплексу «ЕОЛ», що враховує поєднання найбільш несприятливих метеорологічних і температурних умов поширення шкідливих викидів у атмосфері.

Отримані значення приземних концентрацій шкідливих речовин зіставлялися з гранично допустимими концентраціями цих речовин (ГДК) для населених місць. Розрахунки виконувалися для всіх організованих і неорганізованих викидів, крім викидів речовин, для яких витримано умова:

$$\frac{M}{ГДК} < 0,01 \text{ Н при } Н > 10 \text{ м} \quad (1);$$

$$\frac{M}{ГДК} < 0,1 \text{ Н при } Н < 10 \text{ м} \quad (2);$$

де М – секундний викид шкідливої речовини, г/с;

ГДК – гранично допустимі концентрації цієї речовини, мг/м³ ;

Н – середньозважена висота джерела викиду, м.

В свою чергу Н визначалася за формулою

$$Н = \frac{5 M_{0-10} + 15 M_{11-20} + 25 M_{21-30}}{\Sigma M} \quad (3)$$

Де M_{0-10} , M_{11-20} , M_{21-30} – сумарна величина викидів із джерел, що мають висоту до 10 м, від 11 до 20 м, від 21 до 30 м (відповідно);

ΣM – сумарна кількість викидів.

На підставі цього критерію із загальної кількості інгредієнтів з розрахунку приземних концентрацій виключені 13 (ацетон, пил неорганічний, марганець та його сполуки, граничні вуглеводні, фтористий водень, аерозоль зварювання, етанол, етілцелозоль, сода кальцінована, сірчана кислота, уайт-спірит, бензин і сажа).

Таким чином, розрахунок приземних концентрацій виконаний для наступних речовин: сірчистого ангідриду, окису вуглецю, двоокису азоту, золи, пилу деревної, бутанола, етилацетату, бутилацетата, оксиду кальцію, толуолу.

У зв'язку з тим, що в представлених ВП «Рівненська АЕС» матеріалах по шкідливим викидам відсутні уточнення складу окремих інгредієнтів (пил неорганічний, зола вугільна, аерозоль зварювання) в розрахунках приймалися найбільш консервативні умови:

- пил неорганічний із вмістом $\text{SiO}_2 > 70\%$ ГДК=0,15;
- зола вугільна ГДК=0,05;
- аерозоль зварювання ГДК=0,04.

Крім того, відповідно до ДСП-201-97, виконані розрахунки спільного впливу сірчистого ангідриду і діоксиду азоту (ефект сумації).

Результати розрахунків представлені на рисунках 3.9 - 3.18, з прив'язкою ізоліній до карти санітарно-захисної зони.

З наведених малюнків можна зробити наступні висновки:

- по сірчистому ангідриду максимальні приземні концентрації складають 0,15 ПДК і знаходяться на відстані до 100 м від джерела (рисунок 3.9); по двоокису азоту відповідно 0,05 ПДК на тій же відстані від джерела (рисунок 3.10); по бутанолу, бутилацетату і етилацетату, викид яких має місце тільки на проммайданчика № 2, максимальні приземні концентрації складають від 0,12 до 0,17 ПДК на відстані, що також не перевищує 100 м ;

- після підсумовування цих значень із заданими фоновими (двоокис азоту і етилацетат - 0,8 ПДК, бутилацетат - 0,7 ПДК) гранично допустимі концентрації ніде не перевищуються (рисунок 3.17). При цьому консервативно передбачається, що в заданих фонових значеннях не врахована частка діючих джерел АЕС. Фактичні концентрації будуть на рівні фонових, так як введення додаткових джерел хімічних викидів в атмосферу не передбачено.

Крім того, розрахункові значення максимальних приземних концентрацій приймалися в порівнянні з ПДК для населених пунктів, а концентрації, що перевищують ПДК, створюються в межах санітарно-захисної зони (СЗЗ).

За результатами підсумовування SO_2 і NO_2 максимальні значення 0,21 ПДК, також знаходяться в межах СЗЗ.

Таким чином, викладені в цьому розділі розрахункові обґрунтування дозволяють зробити висновок, що подальша експлуатація усіх 4-х енергоблоків ВП «Рівненська АЕС» та введення нових джерел хімічних викидів, та показники хімічного (нерадіоактивного) впливу АЕС на екологічну обстановку 30-кілометрової зони не перевищать нормативних значень для населених пунктів [48-55].

4.3 Розрахунок радіаційного впливу тривалих (безаварійний) викидів в атмосферу

Розсіювання шлейфу

Розсіювання шлейфу моделюється модифікованим рівнянням Гауса [13]:

$$A^-(x, z) = \frac{Q}{(2\pi)^2 x \sigma_z \mu} \sum_{s=0}^{\infty} \exp - \left[\frac{(2sL \pm z)^2}{2\sigma_z^2} \right] \quad (4);$$

де A^- – середня активність в повітрі в точці (x, z) , Бк/м³

Q – швидкість викиду радіонуклідів зі труби, Бк/с;

x – відстань з підвітряного боку, м;

μ – середня швидкість вітру, м/с;

σ_z – вертикальний коефіцієнт дисперсії, м;

$h_{\text{эфф}}$ – ефективна висота труби, м;

L – висота шару, що перемішується, м;

$s = 0, 1, 2, 3, \dots$

У PC CREAM використовує фіксовані величини швидкості вітру і висоти шару, що перемішується, для кожної категорії стабільності атмосфери, які наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Швидкість вітру і висота шару, що перемішується, які використовуються в PC CREAM

Клас стійкості за Паскуіллом	Швидкість вітру на висоті 10 м, м /	Висота перемішуємо шару, м	Дощ
<i>A</i>	1	1300	Ні
<i>B</i>	2	900	Ні
<i>C</i>	5	850	Ні
<i>D</i>	5	800	Ні
<i>T</i>	3	400	Ні
<i>F</i>	2	100	Ні
<i>C</i>	5	850	Є
<i>D</i>	5	800	Є

Коефіцієнти дисперсії

Вертикальний коефіцієнт дисперсії σ_z , використовуваний для обчислення розсіювання:

$$\sigma_z = \frac{ax^b}{1+cx^d} F(z_0, x) \quad (5)$$

$F_{z_0, x}$ – Поправка на нерівність місцевості:

$$F_{z_0, x} = \ln \left(fx^q \left[1 + \frac{1}{hx^j} \right] \right) \text{ при } z_0 > 0,1 \text{ м, (6)}$$

$$F_{z_0, x} = \ln \left(fx^q \left[1 + \frac{1}{hx^j} \right] \right) \text{ при } z_0 \leq 0,1 \text{ м, (7)}$$

z_0 – висота шорсткості землі, м; величини коефіцієнтів a, b, c і d у рівнянні

Таблиця 4.2 – Коефіцієнти для обчислення вертикального коефіцієнта дисперсії і коефіцієнти для правки на нерівність місцевості

Клас стійкості за Паскуїлло	a	b	c	d
A	0,112	1,06	$5,38 \cdot 10^{-4}$	0,815
B	0,130	0,950	$6,52 \cdot 10^{-4}$	0,750
C	0,112	0,920	$9,05 \cdot 10^{-4}$	0,718
D	0,098	0,889	$1,35 \cdot 10^{-3}$	0,688
E	0,0609	0,895	$1,96 \cdot 10^{-3}$	0,684
F	0,0638	0,783	$1,36 \cdot 10^{-3}$	0,672
Шорсткість землі, м	f	q	h	j
0,01	1,56	0,0480	$6,25 \cdot 10^{-4}$	0,45
0,04	2,02	0,0269	$7,76 \cdot 10^{-4}$	0,37
0,1	2,72	0	0	0
0,4	5,16	-0,098	18,6	-0,225
1,0	7,37	-0,0957	$4,29 \cdot 10^3$	-0,60
4,0	11,7	0,128	$4,59 \cdot 10^4$	-0,78

4.4 Визначення кількісних характеристик хімічного (нерадіаційного) забруднення під час виникнення аварій

Характер забруднення довкілля хімічними викидами та скидами під час аварій призводять до надлишкових викидів хімічних речовин в атмосферу. Розглянуто наступні аварії, що можуть призвести до хімічних викидів в атмосферу, що перевищують викиди при нормальній експлуатації АЕС [78, 79]:

- аварія, пов'язана з знеструмленням одного з енергоблоків або всієї АЕС (ймовірність останньої вкрай мала), що призводить до необхідності роботи РДЕС і ЗРДЕС;
- аварія, пов'язана з припиненням подачі мережної води від енергоблоків внаслідок її радіоактивного забруднення або аварійних робіт на тепловому пункті, що призводить до необхідності роботи ПРК;
- аварія, пов'язана з відмовою газоочисних споруд на одному з джерел хімічних викидів. Валові річні викиди і максимальні приземні концентрації

шкідливих речовин в атмосферному повітрі при перших двох аваріях знаходяться в допустимих межах.

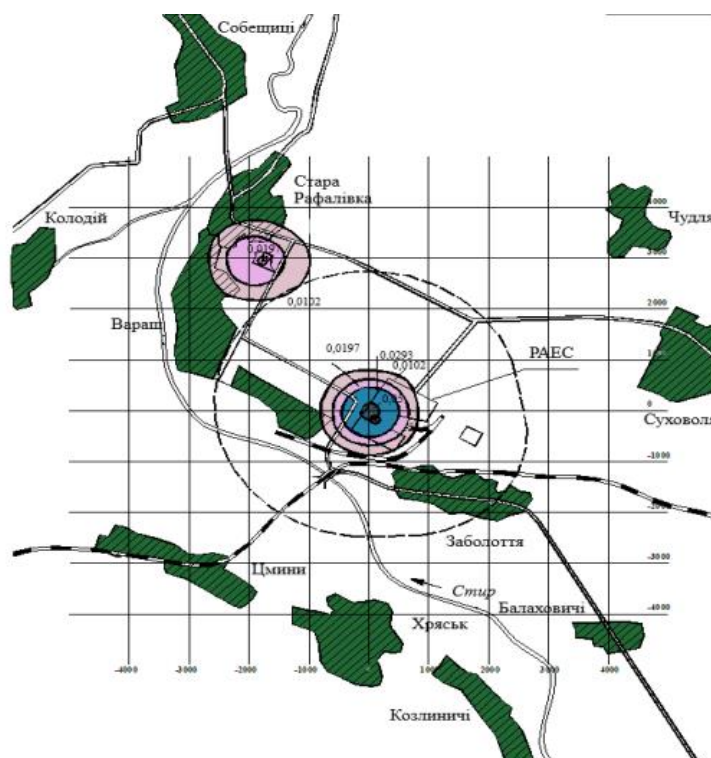


Рисунок 4.1 – Карта розсіяння викидів SO_2 [81]

111

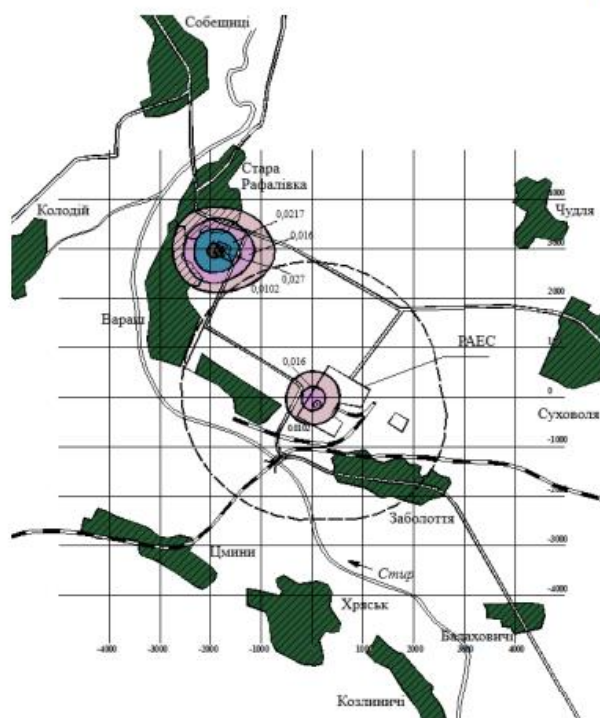


Рисунок 4.2 – Карта розсіяння викидів NO_2 [81]

Локальні аварії на газоочисних пристроях допоміжних об'єктів, що працюють періодично, не враховуються, так як при цих аваріях відповідні технологічні установки можуть бути зупинені до виконання ремонтно-відновлювальних робіт.

4.5 Динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря

За даними Головного управління статистики у області загальний обсяг викидів забруднюючих речовин в атмосферному повітрі за останні п'ять років від стаціонарних джерел склав 9,1 тис. т, що на 1,1 тис. т (або на 12,1 %) менше ніж у 2013-2015 році [80].



Рисунок 4.3 – Динаміка викидів шкідливих речовин в атмосферу від стаціонарних та пересувних джерел 2003-2016 рр.

Хімічний склад викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел забруднення за останні 5 років наведено на рисунку 4.4.

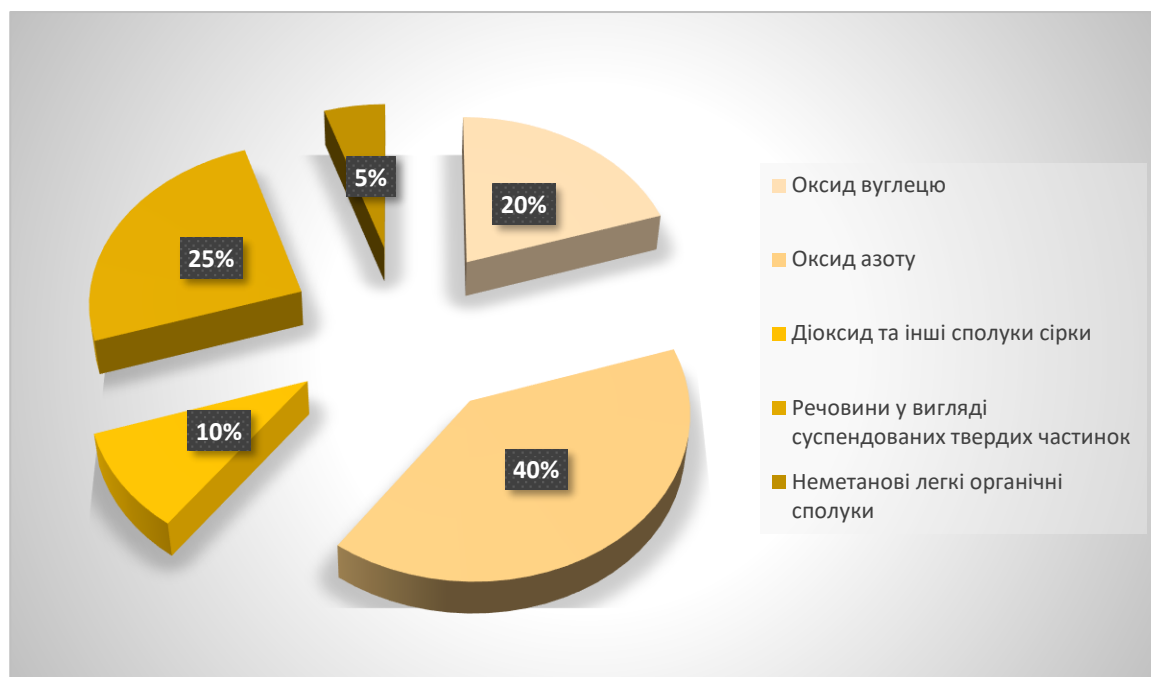


Рисунок 4.3 – Хімічний склад забруднюючих речовин від стаціонарних джерел забруднення за останні 5 років

Щільність викидів шкідливих речовин від забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення в розрахунку на квадратний кілометр території області склала 454,2 кг у 2020 році проти 510,2 кг у 2019 році, у розрахунку на одну особу – 7,8 кг у 2020 році проти 8,8 кг у 2019 році. Від стаціонарних джерел в атмосферу надійшло 1,3 млн. т діоксиду вуглецю, який впливає на зміну клімату.

Таблиця 4.3 – Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення (в розрізі адміністративних одиниць)

Адміністративна одиниця	Обсяги викидів всього, т		Щільність викидів, кг/км ²		У розрахунку на душу населення, кг	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
Всього в області	10229,4	9106,9	510,2	454,2	8,8	7,8
М.Рівне	3711,6	3164,5	63992,3	54561,2	14,9	12,8
М.Дубно	60,0	78,4	2221,4	2902,3	1,6	2,1

М. Вараш	36,5	34,6	3320,3	3147,1	0,9	0,8
М.Острог	11,9	12,7	1085,1	1155,4	0,8	0,8
Березнівський район	102,3	120,9	59,6	70,5	1,6	1,9
Володимирецький район	120,1	98,2	61,9	50,5	1,9	1,5
Гощанський район	102,9	121,5	148,9	175,9	2,9	3,4
Демидівський район	-	6,1	-	16,2	-	0,4
Дубенський район	492,4	522,4	410,0	435,0	10,8	11,4
Дубровицький район	156,6	134,7	86,1	74,0	3,3	2,8
Зарічненський район	247,5	93,3	171,6	64,7	7,0	2,6
Золотунівський район	2727,6	2342,3	4139,0	3554,3	47,7	41,0
Корецький район	9,5	4,0	13,1	5,5	0,3	0,1
Костопільський район	477,3	488,7	318,9	326,5	7,4	7,6
Млинівський район	70,3	69,5	74,4	73,6	1,9	1,8
Острозький район	55,1	42,1	79,5	60,7	1,9	1,5
Радивилівський район	46,8	73,1	62,8	98,1	1,3	2,0
Рівненський район	1092,1	1146,2	928,7	974,6	12,0	12,4
Рокитнівський район	347,5	242,7	147,9	103,3	6,2	4,3
Сарненський район	361,4	311,0	183,3	157,7	3,5	3,0

На динаміку викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря впливають економічні процеси в області. Основною причиною зменшення викидів шкідливих речовин стаціонарними джерелами є скорочення обсягів виробництва.

Основними причинами забруднення атмосфери є використання технологій, велика частина яких не відповідає сучасним екологічним вимогам, із значною частиною морально застарілого і фізично зношеного устаткування, невиконання у встановлені терміни атмосфернозахисних заходів щодо зниження шкідливих викидів, низький рівень експлуатації пилогазоочисних споруд.

Збільшення викидів забруднюючих речовин спостерігалось в Березнівському, Гощанському, Дубенському, Радивилівському, Рівненському, Костопільському районах, в містах Дубно та Острог, в решті районах та містах області відмічено їх зменшення.

Основними забруднювачами атмосферного повітря у 2020 році були підприємства м. Рівне (3,2 тис. т), Здолбунівського (2,3 тис. т), Рівненського (1,1 тис. т), Костопільського (0,5 тис. т), Дубенського (0,5 тис. т) та Сарненського (0,3 тис. т) районів.

Найбільш забрудненою є територія міст Рівного (54561,2 кг/км²), Варашу (3147,1 кг/км²), Дубно (2902,3 кг/км²), а також Здолбунівського (3554,3 кг/км²) та Рівненського (974,6 кг/км²) районів.

Основний вклад в забруднення атмосферного повітря області вносять найбільші підприємства-забруднювачі ПАТ «Рівнеазот» і філія «Волиньцемент» ПАТ «Дікергофф цемент Україна».

Найбільше викидів пилу в атмосферне повітря спостерігалось в м. Рівне, Здолбунівському, Сарненському, Рівненському та Костопільському районах; діоксиду сірки – в Рівненському, Дубенському районах в м. Рівне; діоксиду азоту – в Здолбунівському, Рівненському районах, в м. Рівне; оксиду вуглецю – в м. Рівне, Здолбунівському, Рівненському, Костопільському районах.

4.6 Охорона повітряного басейну Рівненська АЕС

Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел здійснюється на підставі дозволів, виданих регіональними представниками Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України та дозволів, виданих департаментом екології та природних ресурсів 5610700000- 13 від 24.10.2014 (термін дії не обмежений), 5610700000-14 від 24.10.2014 (термін дії 10 років) та дозволу № 5610700000- 16 від 24.10.2014 (термін дії не обмежений).

У ВП «Рівненська АЕС» інвентаризовано понад 240 стаціонарних джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, 14 з них обладнані установками очистки газу. Найбільшими джерелами забруднення повітряного басейну ВП «Рівненська АЕС» є допоміжні об'єкти: пускорезервна котельня (ПРК), дизельні генератори, а також транспорт. ВП «Рівненська АЕС» належать 142 дизельних і 148 карбюраторних автомобілів, а також 4 тепловоза, 1

залізничний кран, 1 мотовоз та 1 мотодрезна. В транспортному цеху функціонує діагностичний пост для вимірювання токсичності і димності відпрацьованих газів. Діагностика проводиться щоквартально з відповідними записами в журналах обліку.

Дані про викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел за 2019 рік згідно форми статистичної звітності № 2-ТП (повітря) приведені в табл.4.4. Сумарні викиди забруднюючих речовин від стаціонарних джерел у 2019 році склали 34,785 т.

Таблиця 4.4 – Викиди забруднюючих речовин в атмосферу від стаціонарних джерел

Код ЗР, парникових газів та груп	Забруднюючі речовини	Викинуто з початку року, т
00000	Всього по підприємству (без урахування діоксиду вуглецю)	34,785
01000	Метали та їх сполуки	0,203
03000	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (мікрочастинки та волокна)	2,237
04000	Сполуки азоту	8,582
05000	Діоксид та інші сполуки сірки	1,510
06000	Оксид вуглецю	3,356
11000	Неметанові легкі органічні сполуки	18,810
12000	Метан	0,004
15000	Хлор	0,012
16000	Фтор та його сполуки (в перерахунку на фтор)	0,034
18000	Фреони	0,037
07000	Крім того, діоксид вуглецю	109,691

На виконання умов дозволів, розроблений та затверджений план-графік перевірки дотримання встановлених гранично-допустимих викидів забруднюючих речовин та умов дозволів на викиди в атмосферне повітря

стаціонарними джерелами. Згідно укладеного договору з державною установою «Рівненський обласний лабораторний центр» Міністерства охорони здоров'я України в звітному періоді у ВП «Рівненська АЕС» проведено вимірювання вмісту забруднюючих речовин в організованих викидах стаціонарних джерел (протокол № 45 від 07.06.2016). В 2020 році пересувними джерелами ВП «Рівненська АЕС» використано понад 507,072 т дизельного палива та 397,989 т не етильованого бензину. На виконання умов дозволів, розроблений та затверджений план-графік перевірки дотримання встановлених гранично-допустимих викидів забруднюючих речовин та умов дозволів на викиди в атмосферне повітря стаціонарними джерелами. Згідно укладеного договору з державною установою «Рівненський обласний лабораторний центр» Міністерства охорони здоров'я України в звітному періоді у ВП «Рівненська АЕС» проведено вимірювання вмісту забруднюючих речовин в організованих викидах стаціонарних джерел.

В 2020 році пересувними джерелами ВП «Рівненська АЕС» використано понад 507,072 т дизельного палива та 397,989 т не етильованого бензину.

4.7 Стан радіаційного забруднення атмосферного повітря

Щоденні спостереження за потужністю експозиційної дози гама-випромінювання проводились в 4 пунктах контролю: м. Рівне (радіологічна лабораторія), АМСЦ м. Рівне, М Сарни, М Дубно. Росту величини експозиційної дози гама-випромінювання в пунктах спостереження не встановлено, появу «свіжих» радіоактивних продуктів не зареєстровано. Детальний аналіз радіаційного стану в пунктах спостережень Рівненського центру гідрометеорології наведено на рисунку 4.5.

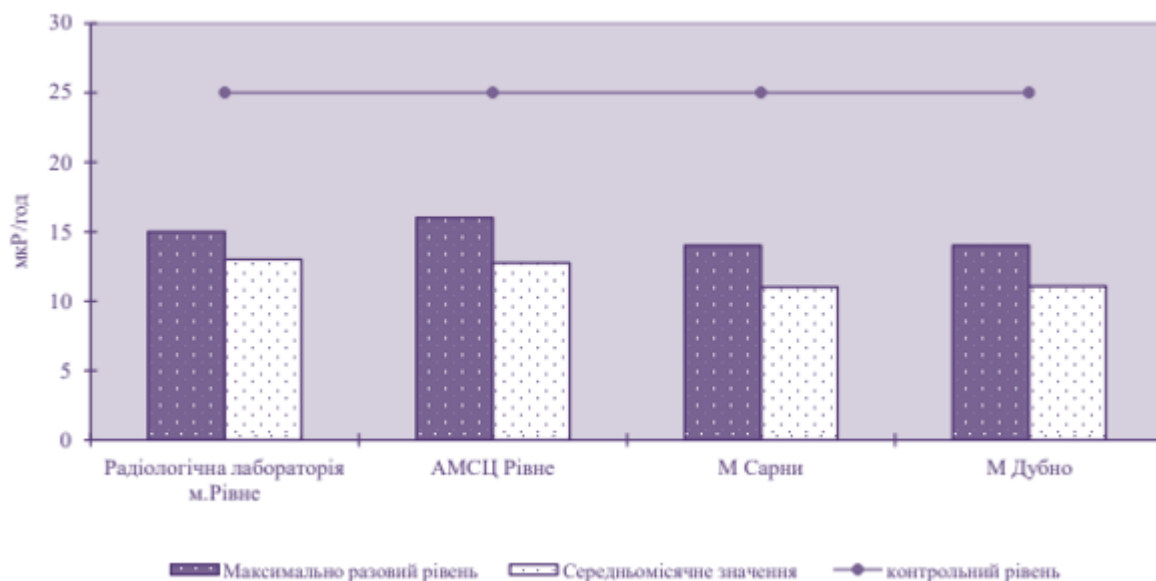


Рисунок 4.5 – Середнє радіоактивне забруднення атмосферного повітря області протягом 2017-2022 рр.

4.8 Заходи, спрямовані на покращення якості атмосферного повітря Рівненської області та Рівненської АЕС

Підприємствами – основними забруднювачами атмосферного повітря області у 2019 році були заплановані та виконані наступні заходи щодо зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря:

- на філії «Волинь-цемент» ПАТ «Дікергофф цемент Україна» реалізовано інвестиційний проект щодо реконструкції, встановлення фільтрів для холодильника та клінкерних транспортерів обертової печі № 5, зокрема, здійснено монтаж та налагоджувальні роботи рукавного фільтру виробництва компанії RD42 (Італія) вартістю понад 5 млн. грн.;

- на ПАТ «Рівнеазот» проведено ремонт сховищ рідкого аміаку в цеху аміак № 1 і азотної кислоти та модернізацію пневмокамерних насосів в цеху складних мінеральних добрив;

- на ТОВ «Свиспан Лімітед» введено в експлуатацію рукавний фільтр ВФ-100 виробництва німецької фірми «Бізон» на лінії сухого сортування цеху ДСП-1, проведено заміну вентилятора та дозатора пневмосистеми млина «Пальман»

цеху ДСП-2, проведено заміну вентилятора пневмосистеми млина «Пальман» цеху ДСП-1, проведено заміну циклона сушарки «Бютнер» № 2 цеху ДСП-1.

Для зменшення викидів хімічних забруднюючих речовин в атмосферне повітря на ВП «Рівненська АЕС» передбачені технічні та організаційні заходи:

- ні для одного з дозволених викидів в атмосферу не повинні перевищуватися граничнодопустимі рівні викидів;
- технологічні процеси роботи обладнання повинні проводитись згідно з технологічними інструкціями;
- проведення ремонтів та профілактичних робіт згідно з графіками;
- технологічне обладнання повинно бути у належному стані;
- застосування герметичного технологічного, газоочисного обладнання та систем газоходів,
- своєчасне і регулярне очищення ГОУ;
- постійний контроль за справністю систем вентиляції;
- установка ємностей з кислотами, аміаком, гідроксидом натрію та вапном в піддони;
- вологе прибирання у виробничих приміщеннях.

Для зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферу ряд стаціонарних джерел викидів обладнано пилогазоочисним устаткуванням.

Типи пилогазоочисного устаткування, що застосовується на ВП «Рівненська АЕС» – циклони сухого очищення, мокрий пиловловлювач-ротоклон та гідрофільтри. Ефективність очищення повітря згідно паспортів ГОУ складає 20-30% для гідро фільтрів та 90-98% для інших ГОУ. Типи пилгазоочисного устаткування, що застосовується на ВП «Рівненська АЕС» - циклони сухого очищення, мокрий пиловловлювач – ротоклон та гідрофільтри.

У зв'язку з тим, що згідно з проведеними розрахунками розсіювання концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі на межі санітарно-захисної зони не перевищують гранично допустимі концентрації та об'єми викидів не перевищують дозволених значень, тому заходи щодо скорочення викидів забруднюючих речовин не передбачаються.

ВИСНОВКИ

Рівненська область розташована на північному заході України. Її площа – 20051 км², що становить 3,1 % від загальної території України.

Основними видами можливого впливу на навколишнє середовище при роботі АЕС, виходячи з технологічного процесу, є радіаційний, хімічний та фізичний вплив. В умовах нормальної експлуатації енергоблоків значущими є тепловий, хімічний і радіаційний вплив. В малоймовірних, але принципово можливих випадках максимальної проектної або запроектної аварій домінуючим стає радіаційний вплив на довкілля та людину.

Аналіз оцінених факторів небезпеки у даній роботі дозволяє зробити висновок, що результати аналізу впливу майданчика ВП «Рівненська АЕС» на довкілля дозволяє припустити, що надалі вплив буде знаходитися на цьому ж рівні, тобто немає передумов для погіршення радіаційного стану навколишнього середовища навколо ВП «Рівненська АЕС».

При нормальній експлуатації АЕС не становлять небезпеки для персоналу, населення і довкілля.

Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від атомної станції в декілька тисяч разів менші, ніж від вугільної ТЕС станції з аналогічною встановленою потужністю.

Згідно даних за 5 останніх років, негативного впливу місць видалення відходів (шламонакопичувача та полігону будівельних та промислових відходів) на стан атмосферного повітря, ґрунтів та підземних вод не виявлено.

Рівненська АЕС здійснює викиди забруднюючих речовин в атмосферу відповідно до умов дозволів викиди. Кількість використаної сировини та матеріалів за 2021 рік не перевищує величин, встановлених обґрунтовуючими документами.

Таким чином, викладені в цій дипломній роботі розрахункові обґрунтування дозволяють зробити висновок, що подальша експлуатація усіх енергоблоків АЕС та введення нових джерел хімічних викидів, та показники

хімічного (нерадіоактивного) впливу АЕС на екологічну обстановку 30-кілометрової зони не перевищать нормативних значень для населених пунктів.

У зв'язку з тим, що згідно з проведеними розрахунками розсіювання концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі на межі санітарно - захисної зони не перевищують гранично допустимі концентрації та об'єми викидів не перевищують дозволених значень, тому заходи щодо скорочення викидів забруднюючих речовин не передбачаються.

Результати аналізу впливу експлуатації енергоблоків та проммайданчика ВП «Рівненська АЕС» на навколишнє середовище дозволяють припустити, що надалі вплив буде знаходитися на цьому ж рівні, тобто немає передумов для погіршення екологічного стану навколишнього середовища навколо ВП «Рівненська АЕС».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ :

1. 3.133.ОБ.02.04. Рівненська АЕС. Енергоблок № 3. Звіт по аналізу безпеки. Розділ 5. «Аналіз запроектованих аварій». Частина 1. Додаткові розрахунки обґрунтування та розробка фінальних звітів по АЗПА. Книга 4.2015.С.201
2. «Вимогами щодо визначення розмірів і меж зони спостереження атомної електричної станції»: НП306.2.173-2011.
<https://doi.org/10.17107/kh.2011.2.158-173>
3. «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді» Наказ МОЗ України від 03.05.06 № 156
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0181-03#Text>
4. «Звіт про оцінку впливу нерадіаційних факторів ВП «Рівненська АЕС» ДП «НАЕК «Енергоатом» на оточуюче природне середовище за 2017 рік», 2018 р. 25 с.
5. Пальчук П. М. Проблеми анулювання ліцензії на право провадження господарської діяльності за законодавством України. Держава і право. 2010. Вип. 47. С. 210–216.
6. «Норми надходження трапних вод, обумовлених технологічним процесом, у міжремонтний період енергоблоків ВП «Рівненська АЕС».
7. «НП 306.2.141-2008. Загальні положення безпеки атомних електростанцій».
8. «Програма підвищення рівня радіаційної безпеки та забезпечення радіаційного захисту ВП РАЕС».
9. «Регламенту радіаційного контролю Рівненської АЕС» 132-1-Р-ЦРБ, 12.08.2020 р. <https://www.rv.gov.ua/news/radiacijnij-stan-navkolo-raes-kontrolyuyetsya-takozh-dsns>
10. «Положення про порядок розслідування та обліку експлуатаційних подій у роботі атомних станцій», затверджене наказом Держатомрегулювання від 12.07.2021 № 411, зареєстроване в Міністерстві юстиції України 08.09.2021 за № 1182/36804.

11. Аналіз аварії з розривом паропроводу для реакторної установки ВВЕР-1000/В-320 / А. Kostromin та ін. *Nuclear and Radiation Safety*. 2009. Т. 12, № 3. С. 26–31. URL: [https://doi.org/10.32918/nrs.2009.12-3\(43\).05](https://doi.org/10.32918/nrs.2009.12-3(43).05)
12. Аналіз аварії з розривом паропроводу для реакторної установки ВВЕР-1000/В-320 / А. Kostromin та ін. *Nuclear and Radiation Safety*. 2009. Т. 12, № 3. С. 11–15. URL: [https://doi.org/10.32918/nrs.2009.12-3\(43\).05](https://doi.org/10.32918/nrs.2009.12-3(43).05)
13. 18-Річний звіт про результати метеорологічних спостережень у 2017 році в районі розташування Рівненської АЕС. 132-09-3В-18-ЦРБ. Варш. 2018, -206 с.
14. 21-Звіт про оцінку впливу нерадіаційних факторів ВП «Рівненська АЕС» ДП «НАЕК «Енергоатом» на оточуюче природне середовище за 2017 рік./ Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. Державне підприємство «Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом» ВП «Рівненська АЕС», 2018 р.- 25 с
15. Nuclear Power Plant Operating Experiences from the IAEA / NBA Incident Reporting System 1996-1999. - Vienna: IAEA, 2000. - 1987 p.
16. Атомна енергетика сьогодні і завтра: Науково.-попул. / [Маргулова Т. Х., Кабанов Л. П., Плюнський В. І., Байбаков В. Д.]. - М.: Вищ. шк., 2011.- 168 с.
17. Бабаєв Н. С. Ядерна енергетика, людина і навколишнє середовище / Н. С. Бабаєв, В. Ф. Демін, Л. А. Ільїн. - М.: Енерговдав., 1981. - 296 с,
18. Бескrestнов Н. В. Радіоактивні викиди АЕС та принципи їх нормування / Н. В. Бескrestнов, Н. Г. Гусев, Н. С. Сафонов // Доклад-лекція на ІV Всесоюзної школі “Ядерна енергетика та оточуюче середовище”. - Каунас, 2005.
19. Нітрати в воді | Блог Ecosoft. Фільтри для води, фільтр для очистки води ECOSOFT. URL: <https://ecosoft.ua/ua/blog/nitraty-v-vode/>.
20. Воронін Л. М. Особливості експлуатації і ремонту АЕС / Л. М. Воронін. - М.: Атомиздат, 2007. - 168 с.

21. Рівненська обласна рада. Офіційний сайт.
URL: <https://ror.gov.ua/zagalni-vidomosti/pasport-rivnenskoji-oblasti1574421188>.
22. Гусев Н.Г., Беляев В.А. Радиоактивні викиди в біосфері / Атомна енергія – 2001. С. 93 .
23. Гусев Н. Г. Забезпечення радіаційної безпеки на АЕС / Н. Г. Гусев // Атомна енергія. - 2001. - Т. 41, Вип. 4. - С. 254.
24. Аналіз аварії з розривом паропроводу для реакторної установки ВВЕР-1000/В-320 / А. Kostromin та ін. *Nuclear and Radiation Safety*. 2009. Т. 12, № 3. С. 26–31. URL: [https://doi.org/10.32918/nrs.2009.12-3\(43\).05](https://doi.org/10.32918/nrs.2009.12-3(43).05)
25. Головна Рівненська обласна державна адміністрація.
URL: https://www.rv.gov.ua/storage/app/sites/11/2021_Luda/02112021.pdf.
26. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Рівненській області у 2016 році/ Департамент екології та природних ресурсів Рівненської облдержадміністрації, Рівне. – 2017 р. -224 с.
27. Доповідь про стан ядерної та радіаційної безпеки України у 2017 році. Держатомрегулювання України, 2018. -81 с.
28. Доповідь про стан ядерної та радіаційної безпеки України у 2017 році. Держатомрегулювання України, 2018. -81 с
29. Желізовмістка вода: польза та шкода – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://blog.titanof.ru/problemy/voda-s-zhelezom-polza-ivred/>
30. Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» Постановою Кабінету Міністрів України від 17.10.1996 р. № 1268 «Про створення Національної атомної енергогенеруючої компанії «Енергоатом».
31. Закон України «Про поводження з відпрацьованим ядерним паливом щодо розміщення, проектування та будівництва централізованого сховища відпрацьованого ядерного палива реакторів типу ВВЕР вітчизняних атомних електростанцій» Постановою Кабінету Міністрів України від 09.02.2012 р . № 4384-VI

32. Закону України «Про поводження з радіоактивними відходами», від 30.06.1995 р. № 256/95 –В Ракон України «Про Загальнодержавну цільову екологічну програму поводження з радіоактивними відходами» від 17.09.2008 р. № 516-VI .

33. Звіт про науково-дослідницькій роботі «Аналіз аерологічного режиму території розташування Хмельницької та Рівненської АЕС».- Київ: НАНУ, Науководослідненський центр механіки рідини, - 2017.- 18 с.

34. Звіт про оцінку впливу нерадіаційних факторів ВП «Рівненська АЕС» ДП «НАЕК «Енергоатом» на оточуюче природне середовище за 2017 рік./ Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. Державне підприємство «Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом» ВП «Рівненська АЕС», 2018 р. 25 с.

35. Козяр М. М., Лопушанський Я. Й., Семерак М. М. Радіаційна безпека. Ядерна енергія: Посібник, Львів, Ліга-Прес, 2014, 288 с.

36. Комплексна (зведена) програма підвищення безпеки енергоблоків АЕС України: Екологічна оцінка. К.: ДП НАЕК “Енергоатом”, 2012. -298 с.

37. Комплексна програми поводження з РАВ у ДП «НАЕК «Енергоатом» ПМ- Д.0.18.174-16, що введена в дію розпорядженням від 12.10.2016 р. № 927-р.

38. Комплексна програми поводження з РАВ у ДП «НАЕК «Енергоатом» ПМ- Д.0.18.174-16, що введена в дію розпорядженням від 12.10.2016 р. № 927-р.

39. Методика виконання вимірювань масової концентрації заліза загального фотометричним методом з роданідом - МВВ №081/12–12–0175–05.

40. Методика виконання вимірювань масової концентрації розчинених фосфатів фотометричним методом - МВВ 081/12 – 0005 – 01

41. Методика фотометричного визначення нітратів з саліциловою кислотою КНД 211.1.4.027-97.

42. Методика фотометричного визначення нітрит – іонів з реактивом Гріса в поверхневих та очищених стічних водах КНД 211.1.4.027-95.

43. Про затвердження Порядку передачі документації для надання висновку з оцінки впливу на довкілля та фінансування оцінки впливу на довкілля та Порядку ведення Єдиного реєстру з оцінки впливу на довкілля : Постанова Каб. Міністрів України від 13.12.2017 р. № 1026 : станом на 13 верес. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1026-2017-п#Text>

44. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища України у 2021 році. – Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/01/Natsdopovid-2021-n.pdf>

45. Нітрати у воді: норма, шкода – [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://himanaliz.ua/nitraty-v-vode-norma> .

46. НРБУ-97/Д-2000 Про введення в дію Державних гігієнічних нормативів "Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97)ОАО "Київський науково-дослідний и проектно-конструкторський інститут "Енергопроект", 2008. - С. 1-132.

47. ОАО "Київський науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут "Енергопроект", 2005. - С. 1-132.

48. Перманганатна окислюваність у воді – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ekspertiza.com.ua/uk/tse-korisno-znati/908-permanhanatna-okysniuvanistvody> .

49. Петро Котін президент ДП "НАЕК "Енергоатом" (2023). Як Україна зламала монополію росії на виробництво ядерного палива – [Електронний-ресурс] <https://www.epravda.com.ua/columns/2023/11/21/706830/>

50. План дій з виконання цільової позачергової оцінки і подальшого підвищення безпеки АЕС України з урахуванням подій на Фукусіма-1»

51. Погосов А. Ю. Іонізуюча радіація: радіоекологія, фізика, технології, захист / А. Ю. Погосов, В. А. Дубковський. Одеса: Одеський національний політехнічний університет, 2012.-801 с.

52. Про затвердження Змін до Державних санітарних норм та правил "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" :

Наказ МОЗ України від 15.08.2011 р. № 505. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1043-11#Text>

53. СОУ-Н ЯЕК 1.001:2012 “Перевантаження палива в реакторі ВВЕР 1000. Номенклатура експлуатаційних нейтронно-фізичних розрахунків та експериментів”.

54. Рівенська АЕС. Енергоблок № 4. Оцінка впливу на навколишнє середовище. Кн. 4. Характеристика навколишнього природного середовища та оцінка впливу на неї. Книга 3. Повітряне середовище та мікроклімат./Київський державний інститут інженерних пошуків та досліджень «Енергопроект», 2001. -83 с.

55. Річний звіт з оцінки радіаційного впливу ВП «Рівенська АЕС» на навколишнє середовище та населення в 2019 році. 132-12-3В-18-ЦРБ. – Вараш. – 2019. 72 с.

56. Річний звіт з оцінки радіаційного впливу ВП «Рівенська АЕС» на навколишнє середовище та населення в 2018 році. 132-10-3В-17-ЦРБ. – Вараш. – 2018. 117 с.

57. Рівенська АЕС. Енергоблок № 4. Оцінка впливу на оточуюче середовище. Том 4. Характеристика оточуючого природного середовища та оцінка впливу на неї . Книга 3. Повітряне середовище та мікроклімат. /Київський державний інститут інженерних пошуків та досліджень «Енергопроект», 2010. 83 с.

58. Сучасний стан і перспективи розвитку електроенергетики України / В.Плачков [та ін.] // Енергетика і електрифікація. Київ: вид-во Паливно-енергетичного комплексу України, 2015. - № 5. — С. 1-15.

59. Хлориди у воді – [Електронний ресурс] –Режим доступа: <https://ecosoft.ua/ua/blog/chlorides-in-water/>