

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет заочна форма навчання
Кафедра екологічного права і контролю

ДИПЛОМНА РОБОТА
рівень вищої освіти: «спеціаліст»

на тему: „Запорізька АЕС як джерело забруднення навколишнього
середовища”

Виконала студентка 1 курсу групи ПЕК-6
спеціальності 101 «Екологія»
спеціалізації «Екологічний контроль та
аудит»
Матюшенко Наталія Сергіївна

Керівник роботи к.геогр.н., доцент
Сапко Ольга Юріївна

Рецензент к.т.н., доцент
Юрасов Сергій Миколайович

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ.....	3
ВСТУП	4
1 СУЧАСНИЙ СТАН ВИКОРИСТАННЯ АТОМНОЇ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ... 6	
1.1 Принцип роботи атомних електростанцій.....	11
1.2 Проблеми ядерної енергетики	16
1.3 Вплив атомних станцій на довкілля.....	26
2 ТЕХНІЧНА І ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАПОРІЗЬКОЇ АЕС	
.....	28
2.1 Основні проектні характеристики та експлуатаційні показники.....	28
2.2 Характеристика джерел впливу АЕС на навколишнє природне	
середовище.....	32
3 ВПЛИВ ДІЯЛЬНОСТІ АЕС НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ	37
3.1 Чинники впливу на навколишнє природне середовище	37
3.1.1 Тепловий вплив	37
3.1.2 Хімічний вплив	41
3.2 Вплив на поверхневі та підземні води	46
3.3 Вплив на повітряне середовище	54
5.5 Вплив на ґрунти.....	60
5.7 Вплив на рослинний, тваринний світ та об'єкти природно-заповідного	
фонду	64
4 ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ НА ЗАПОРІЗЬКІЙ АЕС	67
4.1 Утворення нерадіоактивних відходів	72
4.2 Поводження з РРВ при експлуатації енергоблоків ЗАЕС	73
4.3 Поводження з ТРВ при експлуатації енергоблоків	74
4.4 Поводження з небезпечними та загальнопромисловими відходами	75
ВИСНОВКИ.....	77
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	80

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

АЕС – атомна електростанція;
ВВЕР – водо-водяний енергетичний реактор;
ТЕС – теплова електростанція;
ВП ЗАЕС – Відокремлений підрозділ «Запорізька АЕС»;
ТВЕЛ – тепловиділяючий елемент;
СУЗ – система управління захистом;
КВП – контрольно-вимірювальні прилади;
РАВ – радіоактивні відходи;
СВО – спецводоочистка;
ЗСР – зона строгого режиму;
ВО – водойма-охолоджувач;
ООС – об’єднані очисні споруди;
ПЗК – промзливово каналізація;
ХВО – хімводоочистка;
БЗУ – блокова знесолююча установка;
РРВ – рідкі радіоактивні відходи;
ТРВ – тверді радіоактивні відходи;
ТЦ – транспортний цех;
БСК – біологічне споживання кисню;
ХСК – хімічне споживання кисню;
ГДК – гранично допустима концентрація;
РДЕС – резервна дизельна електростанція;
ХЦ – хімічний цех;
ВЯП – відпрацьоване ядерне паливо;
ВТВЗ – відпрацьована тепловиділяюча збірка;
БГК – багатомісний кошик зберігання.

ВСТУП

Атомна енергетика відіграє визначальну роль у виробництві електроенергії в Україні. Вона є базовою складовою в енергозабезпеченні країни, виробляючи до 50 % вітчизняної електроенергії. За цим показником Україна посідає шосте місце в світі (після Франції, Литви, Словаччини, Бельгії та Швеції). Водночас за кількістю енергетичних атомних реакторів (15 од.) Україна посідає восьме місце в світі.

Атомна енергетика повинна зіграти вирішальну роль у підвищенні енергетичної безпеки країни, сталому енергозабезпеченні економіки, покращанні екологічної ситуації – такі стратегічні завдання належить виконати цій галузі згідно з Енергетичною стратегією України на період до 2030 року [1, 2].

На сучасному етапі розвитку суспільства вже практично всім стало очевидно, що «екологічно чистих» або «абсолютно безпечних» енергетичних технологій бути не може. Використання кожної з них для вироблення електроенергії неминуче супроводжується тим чи іншим видом негативних дій. Так, при будівництві та експлуатації АЕС, які виробляють базисну електроенергію, більшою чи меншою мірою існують негативні впливи на навколишнє середовище, такі як:

- хімічне, теплове і радіоактивне забруднення навколишнього природного середовища (атмосферного повітря, водних і земельних ресурсів, об'єктів біосфери);
- шумовий та електромагнітний вплив на обслуговуючий персонал;
- вилучення земельних ресурсів під енергетичне будівництво;
- використання водних ресурсів для виробничих потреб;
- активізація екзогенних геодинамічних процесів у системі «об'єкт енергетики – геологічне середовище».

Враховуючи вищенаведені факти, актуальним є розгляд питання щодо впливу діяльності атомних станцій на навколишнє природне середовище.

Метою дипломної роботи є розгляд екологічних аспектів впливу діяльності Запорізької АЕС на стан навколишнього природного середовища.

Дипломна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновка та списку літератури. Загальний об'єм дипломної роботи складає 84 сторінки, у тому числі 14 рисунків та 10 таблиць.

У першому розділі наведено характеристику сучасного стану використання атомної енергетики в Україні.

У другому розділі надано технічну і технологічну характеристику АЕС.

У третьому розділі описано вплив діяльності АЕС на навколишнє природне середовище.

У четвертому розділі описано стан поводження з відходами на АЕС.

1 СУЧАСНИЙ СТАН ВИКОРИСТАННЯ АТОМНОЇ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ

Розвиток людського суспільства нерозривно пов'язаний з використанням природних ресурсів нашої планети, з споживанням різних видів енергії во все зростаючих масштабах. Усі здобутки сучасної цивілізації – величезна різноманітність товарів, різний за швидкістю і комфортом транспорт, космічні польоти і т.д. – можливі завдяки тій величезній кількості штучної енергії, яку виробляє людство.

В основі виробництва теплової та електричної енергії лежить процес спалювання копалин енергоресурсів – вугілля, нафти, газу.

Масштаб добутку та витрачання копалин енергоресурсів, металів, споживання води, повітря для виробництва необхідної людству кількості енергії величезний, проте як запаси ресурсів, обмежені. Особливо гостро стоїть проблема швидкого вичерпування запасів органічних природних енергоресурсів, оскільки більшість ресурсів не відновлюється.

В історії людства не було наукової події, більш видатної за своїми наслідками, ніж відкриття ділення ядер урану. Цей винахід прибавив до запасів енергетичних копалин палива істотний вклад ядерного палива. Запаси урану у земній корі оцінюються величезним числом тонн. Але основна маса цього багатства знаходиться у гранітах та базальтах.

У водах світового океану кількість урану досягає 4109 т. Але багатих родовищ урану, де добуток був би недорогим, відомо порівняно небагато. Тому масу ресурсів урану, котру можна здобути при сучасній технології та при помірних цінах, оцінюють у 108 т [3].

Людина отримала у своє розпорядження величезну, ні з чим незрівнянну силу, нове могутнє джерело енергії, закладене в ядрах атомів, - ядерну енергію.

Науково-технічний прогрес визначається розвитком енергетики. Енергетика – найважливіша галузь народного господарства, яка охоплює енергетичні ресурси, вироблення, перетворення, передачу та використання різноманітних видів енергії. Це основа економіки країни.

Атомна енергетика стала окремою галуззю енергетики після другої світової війни. Сьогодні вона відіграє важливу роль в електроенергетиці багатьох країн світу.

Атомні електростанції в якості палива використовують уран. Їх розташовують незалежно від паливно-енергетичного фактора та орієнтують на споживачів у районах з напруженим паливно-енергетичним балансом. Оскільки АЕС дуже водомісткі, їх споруджують біля водних джерел. До найбільших експортерів уранових концентратів належать Канада, Австралія, ПАР, Нігер, Бразилія і США. Роль атомних електростанцій безперервно зростає.

Станом на 1995 р. у світі вже працювало 428 реакторів загальною потужністю 358 млн. кВт, 108 реакторів 30 % потужностей) було в США, 55 (17 % потужностей) – у Франції, 49 (10 % потужностей) – в Японії, більш як по 10 реакторів мали Канада, Великобританія, Росія, Україна, Швеція та Республіка Корея (кожна з країн 4 – 6 % світових потужностей АЕС). В окремих країнах частка електроенергії, що виробляється на атомних станціях, винятково велика. Так, у Франції АЕС виробляють 3/4 електроенергії країни, в Бельгії та Литві – 3/5, в Україні, Швеції, Угорщині, Словаччині і Республіці Корея – понад 1/3. Видобуток урану для атомної енергетики світу зосереджений у невеликій групі країн: Канаді, ПАР, Австралії, Нігері, Франції, ФРН, Україні, Казахстані, Узбекистані [4].

Атомна енергетика України бере свій початок з 1977 р., коли було введено в експлуатацію перший енергоблок Чорнобильської АЕС. Відповідно до планів розвитку атомної енергетики в колишньому Радянському Союзі на території України мало бути споруджено 9 атомних електростанцій. За період з 1977 по 1989 рр. планувалося ввести в

експлуатацію 16 енергоблоків загальною потужністю 14800 МВт на 5 атомних станціях: Запорізькій, Рівненській, Хмельницькій, Чорнобильській, Южно-Українській [5].

Зростаюча потреба в електроенергії сприяла швидкому будівництву атомних енергоблоків: на час техногенної аварії на четвертому енергоблоці Чорнобильської АЕС у квітні 1986 р. в Україні перебувало в експлуатації 10 енергоблоків, 8 з яких потужністю 1000 МВт (чотири ВВЕР-1000 та чотири РВПК-1000). З 1986 р. і до 1990 р. було введено в експлуатацію ще 6 атомних енергоблоків потужністю 1000 МВт кожний: три на Запорізькій АЕС й по одному на Южно-Українській, Рівненській та Хмельницькій АЕС. Проте після аварії на Чорнобильській АЕС, у серпні 1990 р. було оголошено мораторій на спорудження і введення в експлуатацію нових атомних енергоблоків, в результаті чого будівництво нових енергоблоків Хмельницької, Запорізької і Рівненської АЕС було призупинене [5].

Після скасування мораторію постали питання, що пов'язані з відновленням і реконструкцією недобудованих енергоблоків. Спорудження і введення в експлуатацію енергоблоків були необхідні насамперед для компенсації потужностей енергоблоків, що відновили свій ресурс, заміни блоків, які не задовольняють сучасним вимогам безпеки.

У 1993 р. були відновлені роботи на 6-му блоці Запорізької АЕС, 4-му блоці Рівненської та 2-му – Хмельницької АЕС [6].

У жовтні 1995 р. відбувся енергетичний пуск 6-го блоку Запорізької АЕС. Запорізька атомна станція із встановленою потужністю 6 млн кВт стала найбільшою в Європі [7].

Чорнобильська АЕС – перша українська атомна електростанція, експлуатацію якої припинено до закінчення проектного ресурсу. Нині три блоки станції з реакторами РБМК-1000 перебувають на етапі зняття з експлуатації, зокрема, 2-й енергоблок - з 1991 року після пожежі у машинному залі, 1-й енергоблок - з 1996 року за рішенням українського Уряду, 3-й блок зупинено наприкінці 2000 року. У 2001 р. Чорнобильську

АЕС виведено зі складу НАЕК «Енергоатом». Їй надано статус державного спеціалізованого підприємства [5].

Після закриття Чорнобильської АЕС в Україні залишились в експлуатації 4 атомні електростанції з реакторами типу ВВЕР: Запорізька, Рівненська, Хмельницька та Южно-Українська (рис 1.1), на яких працює 15 ядерних енергетичних установок із загальною встановленою потужністю 13835 МВт [5].



Рис. 1.1 – Розташування АЕС на території України [8]

Протягом тривалого періоду атомна енергетика забезпечує істотну частину загального виробництва електроенергії в Україні (до 50 %). На сьогодні для всіх енергоблоків України виконаний поглиблений аналіз безпеки діючих енергоблоків. Результати проведеного аналізу засвідчують [8]:

- енергоблоки експлуатуються безпечно з прийнятним рівнем ризиків. Вимоги щодо забезпечення безпеки реакторних установок, передбачені проектом, науково-технічною документацією та міжнародною практикою, виконуються в достатньому обсязі;

- виявлені дефіцити безпеки і відхилення від вимог нормативних документів дозволяють експлуатувати енергоблоки в проектних межах і не вимагають зупинки енергоблоків для їх усунення.

До складу енергетичної галузі України входять 5 атомних електростанцій (АЕС) встановленою потужністю 12,818 млн. КВт: Запорізька АЕС; Рівненська АЕС; Чорнобильська АЕС; Хмельницька АЕС; Південно-Українська АЕС [9].

У табл. 1.1 наведено характеристику АЕС, які на теперішній час працюють в Україні.

Таблиця 1.1 – Характеристика діючих АЕС України [1]

Назва	Енергоблоки	Реактори	Потужність, МВт	Начало будівництва	Ввід дію
Запорізька АЕС	1	ВВЕР-1000	1000	1980	1984
	2	ВВЕР -1000	1000	1981	1985
	3	ВВЕР-1000	1000	1982	1986
	4	ВВЕР-1000	1000	1983	1987
	5	ВВЕР-1000	1000	1985	1989
	6	ВВЕР-1000	1000	1986	1995
Рівненська АЕС	1	ВВЕР-440	440	1973	1980
	2	ВВЕР-440	440	1973	1981
	3	ВВЕР-1000	1000	1980	1986
	4	ВВЕР-1000	1000	1986	2004
Хмельницька АЕС	1	ВВЕР-1000	1000	1981	1987
	2	ВВЕР-1000	1000	1985	2004
	3	ВВЕР-1000	1000	1986	будується
	4	ВВЕР-1000	1000	1987	будується
Южно-Українська АЕС	1	ВВЕР-1000	1000	1977	1982
	2	ВВЕР-1000	1000	1979	1985
	3	ВВЕР-1000	1000	1985	1989
	4	ВВЕР-1000	1000	1987	законсервовано

Під тиском суспільства зупинено будівництво Кримської, Чигиринської, Харківської АЕС та Одеської ТЕЦ.

На 5 атомних станціях України знаходиться 17 енергоблоків, у т.ч. [1]:

- діючих – 14;
- знятих з експлуатації – 2 (№ 1, 2 Чорнобильської АЕС);
- зруйнований – 1 (внаслідок аварії 4 блок ЧАЕС).

Розвиток атомної енергетики за останні роки значно забарився. Головна причина – широко розповсюджене переконання в „шкідливості” атомної енергетики, сумніви в можливостях досягнення припустимого рівня безпеки АЕС на базі сучасної технології.

Великий вплив на відношення людства до атомної енергетики завдали аварії на атомних електростанціях, особливо аварія на 4-му блоці Чорнобильської АЕС, яка сталася 26 квітня 1986 р. Під впливом цієї аварії в деяких країнах піднялась широка хвиля суспільного опору використанню атомних електростанцій, викликана страхами про небезпеку впливу атомної радіації на навколишнє середовище і населення.

Після цих подій різко зросла інтенсивність наукових досліджень в області забезпечення безпеки об’єктів атомної енергетики. Однак, велика кількість досліджень проблем безпеки АЕС хоч і виявили недоліки, упущення, навіть помилки в мірах забезпечення безпеки АЕС, лише підтвердили впевненість спеціалістів в тому, що високий рівень безпеки АЕС може бути досягнуто на основі сучасних знань та технологій.

1.1 Принцип роботи атомних електростанцій

Процеси, що відбуваються в ядерному реакторі, можна описати як безупинний поділ ядер. При цьому маса цілого ядра до поділу більша за масу осколків, що вийшли. Різниця становить приблизно 0,1 % маси ядра, що розділилося. Зрозуміло, до повного перетворення маси в енергію ще дуже далеко, але вже така, що не виявляється звичайними вагами, зміна маси

палива в реакторі дозволяє отримувати гігантську кількість енергії. Зміна маси палива за рік безупинної роботи в реакторі РБМК-1000 становить приблизно 0,3 г, але енергія, що виділилася при цьому, така ж, як при спалюванні 3000000 (три мільйони) тон вугілля [6, 10, 11].

Можливості щодо перетворення та використання енергії є показником технічного розвитку людства. Першою, використовуваним людиною, перетворювачем енергії можна вважати вітрило – використання енергії вітру для переміщення по воді, подальші більш розвинуті, це використання вітру і води у вітряному і водяному млинах. Винахід і впровадження парової машини зробило справжню революцію в техніці. Парові машини на фабриках і заводах різко підвищили продуктивність праці. Паровози і теплоходи зробили перевезення по суші і морю більш швидкими і дешевими.

На початковому етапі парова машина служила для перетворення теплової енергії в механічну енергію обертового колеса, від якого за допомогою різного роду передач (вали, шків, ремені, ланцюги), енергія передавалася на машини і механізми.

Широке впровадження електричних машин, двигунів, що перетворюють електричну енергію в механічну, і генераторів для виробництва електроенергії з механічної енергії, ознаменувало собою новий стрибок у розвитку техніки. З'явилася можливість передавати енергію на великі відстані у вигляді електроенергії, народилася ціла галузь промисловості - енергетика.

На поточний момент створено велику кількість приладів, призначених як для перетворення електроенергії в будь-який вид енергії, необхідний для життєдіяльності людини: електромотори, електронагрівники, лампи для освітлення, так і ті, що використовують безпосередньо електроенергію: телевізори, приймачі і т.п.

Теплова енергія – це енергія хаотичного руху молекул атомів у рідинах і газах і коливальному руху молекул або атомів у твердому тілі. Чим вища швидкість цього руху, тим більшою тепловою енергією володіє тіло.

Усі ми стикаємося в повсякденному житті з процесами передачі теплової енергії від одного тіла до іншого, (гарячий чай нагріває склянку, радіатор опалення в квартирі нагріває повітря і т.д.). Виходячи з визначення теплової енергії, можна дати визначення теплообміну.

Процес передачі енергії в результаті обміну хаотичним рухом молекул, атомів або мікрочастинок називається теплообміном.

Відомо, що теплова енергія або тепло передається від більш гарячого тіла більш холодному, і здається, цілком логічним взяти за мірило теплової енергії температуру, однак це найгрубіша помилка. Температура тіла є мірилом здатності до теплообміну з оточуючими тілами. Знаючи температури двох тіл, ми можемо сказати тільки про напрямок теплообміну. Тіло з більшою температурою буде віддавати тепло й охолоджуватися, а тіло з меншою температурою приймати тепло і нагріватися, однак визначити кількість енергії, що передається, виходячи тільки з температури, неможливо. Для нагрівання різних речовин до однакового рівня температури необхідна різна кількість теплової енергії, кожна речовина має свою теплоємність.

Як правило, в промислових енергоустановках процес перетворення енергії джерела в теплову енергію відбувається в одному місці (реактор для АЕС), а процес перетворення теплової енергії в механічну, а потім в електричну – в іншому [12].

Розглянемо, що відбувається в об'ємі холодної води, коли гарячі камені нагрівають її частину навколо себе. З фізики відомо, що тіла нагріваючись – розширюються, іншими словами збільшують свій об'єм, а оскільки маса залишається постійною, щільність знижується. Відповідно до, щільність знижується. Відповідно до закону Архімеда, тіло зі щільністю більшою, ніж щільність рідини занурюється у рідину, а з меншою - спливає. Те саме можна сказати про нагріту рідину, маючи меншу щільність, вона почне підніматися, перемішуючись з холодними шарами у верхній частині судини, що, у свою чергу, почнуть опускатися, і через певний час температура по всьому об'ємі стане однаковою.

Конвективний теплообмін – перенесення теплоти при переміщенні і перемішуванні більш нагрітих часток середовища з менш нагрітими [10, 11].

У прикладі, наведеному вище, рухи було спричинено різницею рівнів щільності гарячих і холодних частин рідини. Така конвекція називається природною або вільною. Якщо рух спричинено роботою насоса чи вентилятора, тоді конвекція називається змушеною.

Конвективний теплообмін відбувається в газах так само, як і в рідинах. У багатьох сучасних АЕС відведення теплоти з реактора відбувається шляхом примусового прокачування води, газу чи рідкого металу через активну зону. Речовина, що, нагріваючи, забирає теплоту від джерела, називається теплоносієм [10, 11].

Атомні електростанції – це основа ядерної енергетики, які використовують ядерну енергію для цілей електрифікації і теплофікації. Для здійснення ланцюгової ядерної реакції використовують складні технічні прилади - ядерні (атомні) реактори. Перший в світі реактор був збудований у 1942 р. в США, роботами керував італійський фізик Е. Фермі.

Основним компонентом ядерного реактора є його осердя, або активна зона, де розщеплюється паливо і здійснюється керована ланцюгова реакція. Перед розщепленням уранову масу збагачують і перетворюють у покриті керамічним матеріалом пігулки. Пігулки вміщують у труби зі сплаву, що не боїться іржі і називається циркалоєм. У радіоактивну зону реактора закладають 40 – 50 тисяч пігулок. Трубки з пігулками встановлюються насторч, як сигарети у круглому контейнері. Усередині реактора безперервно відбувається ядерна реакція. Атоми урану в паливних стержнях розщепляються і випускають нейтрони, швидкість яких регулюють водяні або графітові „сповільнювачі” таким чином, щоб збільшити розщеплення атомів урану в ланцюговій реакції до максимуму. Під час розщеплення атомів утворюється тепло. При цьому трубки весь час занурені у воду, яка відбирає тепло. На одних ядерних електростанціях вода, що проходить крізь активну зону реактора, кипить і перетворюється на пару, яку подають

безпосередньо до турбін, а на інших тепло передається лише на вторинній системі, і аж тоді вода закипає і перетворюється на пару [10, 11].

Ланцюгову реакцію треба підтримувати, але нею треба також керувати. Якщо водночас розщеплюється надто велика кількість атомів, то вивільняється дуже багато тепла і система може не витримати перегріву. Щоб запобігти цього, використовують контрольні стрижні та системи охолодження активної зони реактора.

Контрольні стрижні – це основні механізми, що регулюють швидкість розщеплення. Вони мають вигляд довгих стійких сталених трубок, заповнених порошком карбиду бору, кадмію або графіту. Це речовини, здатні вбирати нейтрони. Швидкість вивільнення енергії згоряння в реакторі контролюють за допомогою збільшення або зменшення кількості стрижнів у реакторі. Якщо між паливними стержнями вставити контрольні, то швидкість розщеплення зменшиться, бо нейтрони, які звичайно розщеплюють інші уранові ядра, поглинаються контрольними стрижнями, що діють неначе губка. І навпаки, якщо контрольні стрижні витягнути, то швидкість розщеплення збільшується, бо вивільнюється більше нейтронів, здатних розщеплювати сусідні атоми урану. Якщо вставити всі контрольні стрижні, то розщеплення атомів припиняється і реактор вимикається [10, 11].

Однак контрольні стрижні вбирають нейтрони, а не тепло. Тому, щоб не розтопилася активна зона реактора, потрібна ще одна система. Вона називається системою охолодження активної зони реактора.

У більшості таких систем для охолодження використовується вода. У міру того, як розщеплюється уранове паливо, утворюється тепло, яке проходить крізь стіни трубок з паливними пігулками. Ці трубки занурені у воду, яка безперервно циркулює в активній зоні завдяки дії охолоджувальних pomp. Саме ця вода й охолоджує циркулюючі трубки, не даючи їм розтопитися [10, 11].

1.2 Проблеми ядерної енергетики

Коли первісна людина почала користуватися вогнем, вона наражала себе й своє оточення на величезну небезпеку: вогонь міг знищити ліс довкола, який для людини становив цілий світ. Минули тисячоліття, і наші знання про розміри Землі стали глибшими, але зважаючи на сучасну техніку і технологію, світ, у якому ми живемо, залишається досить малим. Людське суспільство, паразитує на тілі нашої Землі, поступово почало перетворювати середу свого існування.

Створюючи знаряддя праці, технологію виробництва, використовуючи сировину, нарешті, оволодівши атомною енергією, людство мимоволі поставило під загрозу сам факт свого існування, так як розщеплення атомного ядра – це найнебезпечніший з процесів, відомих людині. З його допомогою можна обернути Землю на пустелю, але й можна примусити пустелю зацвісти буйним цвітом.

Людина – в природі і з природи, а не над нею, наш вид смертний. Історія життя на Землі – це історія взаємодії між живими істотами і їхнім оточенням.

Великою мірою фізична форма тварин і форма їхнього життя на Землі зумовлені оточуючим середовищем. Лише протягом теперішнього сторіччя один з видів – а саме людина – набув такої могутності, яка здатна змінити природу світу.

Можна зробити висновок про те, що людство створило цивілізацію, яка стала матеріальним бар'єром між собою і природою. Цей бар'єр настільки складний і громіздкий, що вже перешкоджає подальшому розвитку. Іншими словами, людина відділилась, відгородилась від природи, стала рабом своєї цивілізації, техніки. Її зарозумілість і жадоба влади над природою – найбільша небезпека для неї самої.

Теоретично ядерна енергія близька до ідеальної. Вона ефективна і дешева. У добу, коли нафтові запаси обмежені, атомна енергетика

забезпечує незалежність тієї чи іншої країни від країн – експортерів нафти. Проте найпалкіші прихильники ядерної енергетики визнають, що з її виробництвом пов'язано чимало проблем.

Під час роботи реакторів в паливних стрижнях накопичуються радіоактивні відходи. Розпадаючись, ці відходи виділяють тепло, і тому їх треба охолоджувати ще довго після закінчення керованого процесу розщеплення. На сьогодні не існує поки що загальноприйнятого способу зберігати відходи, які залишаються високорадіоактивними протягом дуже довгого часу. Існує проблема могильників, де поховані радіоактивні речовини, дамб, які повинні захищати річки і водойми від радіаційного забруднення.

Високорадіоактивні відходи неможливо знищити: їх треба ізолювати від навколишнього середовища на десятки тисяч років – лише тоді вони стануть нешкідливі. Але ми не знаємо як це зробити. Людське суспільство ще не існувало десятки тисяч років. Тому необхідно створити систему знешкодження ядерних відходів, яка була б незалежна від людини. Досі жоден технічний процес ніколи не був безпомилковим і вічним, а саме це й потрібно для ізоляції ядерних матеріалів.

Поки що більшість відходів ядерного палива “тимчасово” зберігають в облицьованих сталевими плитами басейнах біля атомних електростанцій, і небезпека забруднення навколишнього середовища дедалі зростає. Тепер у всьому світі працює приблизно чотириста атомних реакторів, а системи тривалого зберігання ядерних відходів не існує. Люди, відповідальні за ядерні програми, вірять що нарешті буде створено довічно закриту систему. Але таку систему треба ще створити.

Крім проблеми ядерних відходів, існує ще набагато поважніша проблема, а саме: проблема витоку радіації з ядерного реактора. Ядерний реактор через цілу низку причин не може вибухнути, як ядерна бомба. Однак один середній реактор містить у собі таку кількість радіоактивних матеріалів, яка в тисячу разів перевищує кількість радіоактивних матеріалів, вивільнених

над Хіросімою, отже вивільнення навіть незначної частині цих матеріалів може завдати великої шкоди і людині, і навколишньому середовищу. Щоб відвернути таку небезпеку, реактори обладнають оболонкою з нержавіючої сталі, а довкола тієї оболонки будують міцні залізобетонні споруди.

І все ж сильні вибухи пари або дія зовнішніх сил (вибухи бомб, урагани) можуть за екстремальних обставин призвести до аварії, незважаючи на зазначені запобіжні засоби. Крім того реактор може розтопитися. Як що реактор функціонує нормально, вода проходить між комплектами паливних стрижнів і охолоджує активну зону. Якщо система охолодження відмовляє – чи то внаслідок неполадок у системі постачання електроенергією, чи внаслідок виходу з ладу помпи або магістралі подачі води, - починають працювати запасні охолоджувальні системи. Проте як що всі ці системи вийдуть з ладу, реактор може розтопитися.

Звичайна активна зона реактора занурена у воду. Але якщо потік охолоджувальної води припиниться, то вода, яка вже надійшла до активної зони, нагріється і випарується, оголивши активну зону. Температура всередині реактора підніметься, і циркулюючі оболонки на паливних пігулках розтопляться. Незабаром уранове паливо розтопиться і активна зона перетвориться на розтоплену радіоактивну масу металу. Врешті-решт активна зона стане калюжею на дні реактора. Відтак, досягнувши температури 5000 градусів за Фаренгейтом, метал розтопить дно реактора і виллється на зовнішню захисну споруду. Ця захисна споруда призначена для того, щоб відвернути витік радіації в разі вибуху або пошкодження реактора, але від розтоплення вона не захищає. Вступаючи в хімічну реакцію із залізобетоном, розтоплене паливо проходить крізь дно захисної споруди і далі вниз. Колись вважали, що розтоплене ядерне паливо проходитиме крізь землю все далі і далі. Однак тепер вважають, що розтоплене паливо почне взаємодіяти з елементами ґрунту під електростанцією і спричинить парові вибухи перед тим, як зупинитись на глибині приблизно двадцяти метрів у

скляній оболонці, утвореній внаслідок дії високої температури на ґрунт [10, 11].

Радіація це продукт нестійкості атомного ядра. Більшість ізотопів, що трапляються в природі (різні форми того самого елемента), стійкі, тобто не виявляють тенденції до розподілу. Але що до ядра стійкого атома додати нейтронів або відняти їх від нього, то його енергетична рівновага порушиться, і для того, щоб відновити її, з ядра треба щось виштовхнути. Наприклад, плутоній-239 це штучний елемент, створений додаванням нейтрона до урану-238 [10, 11].

Плутоній-239, як і більшість штучних ізотопів, нестійкий. Він по суті, прагне стати чимось іншим і, виштовхнувши два протони і два нейтрони, стає ураном-235. Радіація складається з частинок або хвиль, що їх випускає нестійкий атом. Радіоактивність це спонтанний розпад або руйнування нестійкого атома внаслідок випромінення частинок або хвиль.

Сама радіація – явище досить звичайне. Земля виникла як результат радіоактивного вибуху. Ми живимо в радіоактивному світі. Кожний чоловік і кожна жінка трошки радіоактивні, оскільки вся жива тканина зберігає сліди радіоактивності. І все ж радіація дуже небезпечна, бо випромінювані частинки й хвилі можуть викликати зміни в інших атомах, дуже важливих для живих організмів. Наприклад, коли два протони й два нейтрони випускаються разом із ядра, то їх називають альфа-частинкою. α -частинки порівняно важкі й великі. Вони, зустрічаючись з атомом, взаємодіють із ним, зміщуючи його електрони і порушуючи рівновагу ядра. Проте альфа частинки мають невисоку проникальну силу і не можуть подолати навіть такі перешкоди, як аркуш паперу чи людська шкіра. Отже, серйозної шкоди атом, що випускає альфа-частинки, може завдати лише тоді, коли його ковтнути разом із їжею або вдихнути [4].

β -частинки – це електрони, які з великою швидкістю викидаються з нестійких атомів. Шкода, якої вони завдають атомам, стикаючись з ними, менша, ніж від α -частинок. Однак β -частинки здатні проходити як крізь

папір, так і крізь живу тканину. Отже, β -радіація може спричинити поважні опіки шкіри.

Іноді нестійкі ядра випромінюють вибухи енергії у формі хвиль, швидкість яких дорівнює швидкості світла. Це гамма-промені, які мають високу проникальну силу і від яких захиститься можна лише товстими бетонними стінами або свинцевими листами.

Радіація нечутна, невидима й немає запаху. Вона неприступна для наших органів чуття, а якби й фіксувалася ними, то людина однаково беззахисна перед нею.

Радіація може вражати людський організм трьома способами:

- зовнішньою дією;
- внутрішньою – через органи травлення, якщо туди з їжею чи водою потрапляє радіоактивний пил;
- внутрішньою дією через легені, якщо людина вдихає цей пил.

Шкода, якої радіація завдає людському організмові, може бути двох типів.

Перший є наслідком ураження високою дозою радіації великої кількості клітин організму. В цьому разі тяжкі пошкодження живої тканини й ознаки променевої хвороби виявляються протягом кількох днів. Якщо організм зазнав надто великої шкоди, людина помирає. Ступінь хвороби залежить від рівня радіації та спроможності організму протидіяти радіації.

Другий тип радіаційного ураження має тривалий характер і настає внаслідок пошкодження окремої клітини. Пошкоджена клітина може вижити і залишається в „сонному” стані багато років, однак це вже не та клітина, що була доти, - вона цілковито переінакшена. І згодом починають розвиватися генетичні мутації та рак.

Час, упродовж якого та чи та речовина залишається радіоактивною, вимірюється періодом її напіврозпаду, тобто терміном, за який половина цієї речовини перетворюється на стійкішу шляхом випромінювання хвиль і частинок. Наприклад, період напіврозпаду йоду-131 дорівнює восьми дням.

Проте інші радіоактивні речовини набагато стійкіші. Період напіврозпаду стронцію-90 дорівнює двадцяти чотирьом рокам, цезію-137 – тридцяти рокам. Це означає, що ці речовини залишаються потенційно небезпечними дуже довго; їх треба тримати в спеціальних контейнерах цілі сторіччя. Внаслідок розщеплення урану під час роботи реактора атомної електростанції утворюється двадцять сім видів радіоактивних речовин [8].

Плутоній – елемент, що його створила людина. Він з'явився лише після того, як було розщеплено уран у процесі виробництва ядерної зброї та атомної енергії. Період напіврозпаду плутонію – 24000 років. Плутоній випромінює α -частинки.

Атом плутонію, вивільнений в атмосферу, може розпастися і стати нешкідливим того самого дня, коли він злетів у повітря. Але половина вивільнених атомів залишається потенційно смертоносними 24 тисячоліття, а чверть аж до 50000 років [8].

Ніякі людські зусилля негодні пришвидшити процес розпаду. В цьому специфічна різниця між атомною та іншими видами енергетики. Коли первісна людина хотіла погасити своє вогнище, вона гасила його. Сучасні домені печі й турбореактивні двигуни можна вимкнути будь якої миті. Але розпад вивільнених радіоактивних речовин зупинити не можна. Атомна енергія невблаганна: вона не прощає помилок.

Могутність сучасної цивілізації постійно зростає, а наука і техніка відкривають дедалі нові горизонти для її розвитку. Важко навіть уявити, яким було б наше життя без сучасних наукових знань, та інженерної майстерності. Однак могутність цивілізації не лише дала людям блага, а й створила смертельну загрозу для всього роду *homo sapiens*. Про неї люди збагнули, мабуть, після винаходу атомної зброї. Адже виробництво ядерної енергії виросло з виробництва ядерної зброї. З багатьох поглядів ядерна зброя і ядерні реактори дуже подібні. Чорнобиль є суворим нагадуванням про те.

Одна з небезпек ядерної енергетики полягає в тому, що технологію і сировину мирних атомних програм можна використати для створення ядерної зброї. Необхідний для цього плутоній отримують з відходів ядерного палива, і така операція по грошам багатьом країнам третього світу.

Міжнародне агентство у справах атомної енергії зобов'язане унеможливлувати використання ядерної техніки, технології й палива для виробництва ядерної зброї. Однак воно, як і більшість організації ООН, не може вживати суворих санкцій до держав, котрі порушують ці принципи.

Ядерна зброя набагато руйнівніша, ніж усі попередні види зброї. За допомогою ракет цю зброю можна доставити у будь-якій пункт земної кулі. Перед людством маячить похмура реальність взаємного знищення протягом лічених годин.

Державна безпека в абсолютному значенні цього слова більше не існує. Ціна миру в ядерну добу – це повсякчасна загроза ядерної війни. Ми захищаємо себе за допомогою стратегії залякування, що ґрунтується на можливості взаємознищення, ми ставимо мир у залежність від зброї, яку всі сторони бояться застосовувати, бо вона страшенно небезпечна. Тим часом загроза знищення людства зростає у міру того, як ядерна зброя поширюється на всій земній кулі. Крім того, існує можливість випадкового вибуху, коли навіть одна країна має бойові ядерні заряди. Неполадки та аварії трапляються. Не можна накопичувати атомну зброю, не збільшуючи ризику випадкового вибуху. У міру зростання запасів атомної зброї зростає також ризик навмисного вибуху [13].

Атомні бомби свого часу вирости з історії, а тепер вони можуть покласти край історії. Їх створили люди, а тепер вони можуть знищити людей. Однак ядерна зброя не тільки вбиває людей. Вона викликає такі сильні екологічні зміни а навколишньому середовищі, що воно стане непридатним для життя. Смерть усього людства не тільки покладе край поколінням, що живуть у даний час, але й і усім прийдешнім. Ця смерть означатиме поразку всіх людських надій, ідеалів минулих і майбутніх.

До 1994 р. було побудовано близько 430 енергетичних атомних реакторів, які збільшили більш як на порядок вихід у навколишнє середовище радіоактивних речовин, порівняно з викинутими в атмосферу, водойми і захороненні, як відходи [14].

У результаті техногенних викидів щільність радіоактивного забруднення ґрунтів і води зростає. Спостерігається незворотній процес безперервного розповзання радіонуклідного забруднення. Раніше чи пізніше воно проникає скрізь. Вода здійснює неперервний круговорот через океани, хмари і дощі, через листя рослин та кровоносні судини тварин і людей. Атмосферні гази пронизують усі форми життя. Ґрунт покриває тонким шаром-плівкою кам'яний скелет Землі й одночасно є минулим і майбутнім життям. Вода, суша, повітря, живі рослини й тварини (і ми там) – все перебуває у постійному обміні компонентами.

Викиди не повинні перевищувати обсягу, який може засвоїти, переробити біосфера без шкоди для себе. Отже, забруднення біосфери є найважливішою проблемою тому, що її вирішення є також вирішенням інших проблем – енергії, ресурсів, питної води та ін.

Забруднення території України радіоактивними викидами при катастрофі на Чорнобильській АЕС не має аналогів ні за масштабами, ні за глибиною екологічних, соціальних і економічних наслідків. Внаслідок аварії було забруднено близько 12 млн. га, з них 8,4 млн. га сільськогосподарських угідь [13].

В період експлуатації АЕС, а також після виробітки її ресурсу (через 20 – 30 років експлуатації АЕС) навколо АЕС і могильників потрібно створювати санітарну зону, що приведе до безповоротного знищення більших площин земель, придатних для господарчої діяльності людини [15].

Виробництво атомної енергії потребує надзвичайно високої кваліфікації персоналу, що обслуговує атомні реактори. Колись дерево було основним паливом у всьому світі, однак із зростанням населення і зникненням лісів дерево поступилося місцем кам'яному вугіллю, а згодом

почали використовувати ще й нафту. Про те запаси нафти не безмежні, а її спалювання завдає чималої шкоди навколишньому середовищу. Мабуть, уран – основне паливо для майбутніх поколінь людства й потребу в енергії можна задовольнити шляхом розвитку ядерної промисловості.

Використання персоналу високої кваліфікації дозволить майже уникнути помилок, що можуть привести до аварії. “Майже” – тому, що люди втомлюються, іноді в них поганий настрій: діючи бездумно, вони припускаються помилок, а це може привести до катастрофи. Крім цього, потрібен контроль за психічним станом операторів, аби відвернути божевілля і не допустити дій, спроможних привести до аварії.

Можливість вивільнення радіоактивного матеріалу робить атомну електростанцію надзвичайно спокусливою для диверсій і зовнішнього нападу. Тому атомні електростанції потребують значної охорони.

Практично всі блоки (крім блока № 6 Запорізької АЕС) підлягають реконструкції, так як 7 блоків АЕС з 14 експлуатуються вже більш 15 років. Необхідно збільшувати об’єм та якість технічного обслуговування, ремонтів та робіт по діагностуванню обладнання. Є необхідність виконання робіт по модернізації існуючих і створенню додаткових систем безпеки [1].

Наше суспільство покладається на техніку й технологію, але ядерно-енергетичні системи не зовсім надійні. Вони складаються з тисяч pomp, клапанів, труб, електросхем і двигунів. До аварій можуть привести помилки в проектуванні, будівництві, експлуатації та ремонті обладнання, а також зовнішні чинники – повені, пожежі, землетруси й смерчі. Корозія, вібрація, перенапруження та спрацювання деталей внаслідок тривалої експлуатації можуть спричинити якусь незначну хибу в роботі, а вона призведе до інших, які годі передбачити навіть за допомогою комп’ютерів. Здебільшого машини працюють доти, доки вони вийдуть з ладу, але в роботі ядерних реакторів ця засада неприпустима.

Насамперед слід звернути увагу на створення безпечних реакторів, робота яких ґрунтувалася б на законах фізики і не потребувала втручання людини з метою відвернення ризику.

Чорнобильська АЕС являє собою об'єкт атомної енергетики, до складу якої входять обладнання, будови та споруди, які безпосередньо зв'язані з виробітком електроенергії. В його склад входять [1]:

- енергоблок № 1, зупинений у 1996 р. у зв'язку з постановою уряду України;
- енергоблок № 2, зупинений в жовтні 1991 р. в зв'язку з займанням турбогенератора;
- енергоблок № 3, якій знаходився в режимі експлуатації до 2000р.;
- енергоблок № 4, на якому в 1986 р. сталася аварія з повним зруйнуванням активної зони, на якому виконанні першочергові заходи для зменшення наслідків аварії та продовжуються роботи по забезпеченню контролю його стану, ядерної та радіаційної безпеки;
- енергоблоки № 5 та № 6 з незавершеним будівництвом відповідно з рішенням о припиненні будівних робіт, прийнятим після аварії 1986 р.;
- сховище рідких та твердих радіоактивних відходів і відпрацьованого ядерного палива та інші споруди.

Чорнобильська проблема потребує виконання наступних задач:

- зачинення ЧАЕС-3 зі зняттям з експлуатації блоків №1, 2, 3;
- перетворення об'єкта "Укриття" в екологічно безпечну систему;
- створення централізованого сховища відпрацьованого ядерного палива;
- створення заводу по переробці та зберіганню радіоактивних відходів [10].

1.3 Вплив атомних станцій на довкілля

Техногенні впливи на навколишнє середовище при будівництві та експлуатації атомних електростанцій різноманітні. Зазвичай говорять, що маються фізичні, хімічні, радіаційні та інші фактори техногенного впливу під час експлуатації АЕС на об'єкти навколишнього середовища. На рис. 1.2 наведено основні фактори впливу діяльності АЕС на довкілля [3, 12].

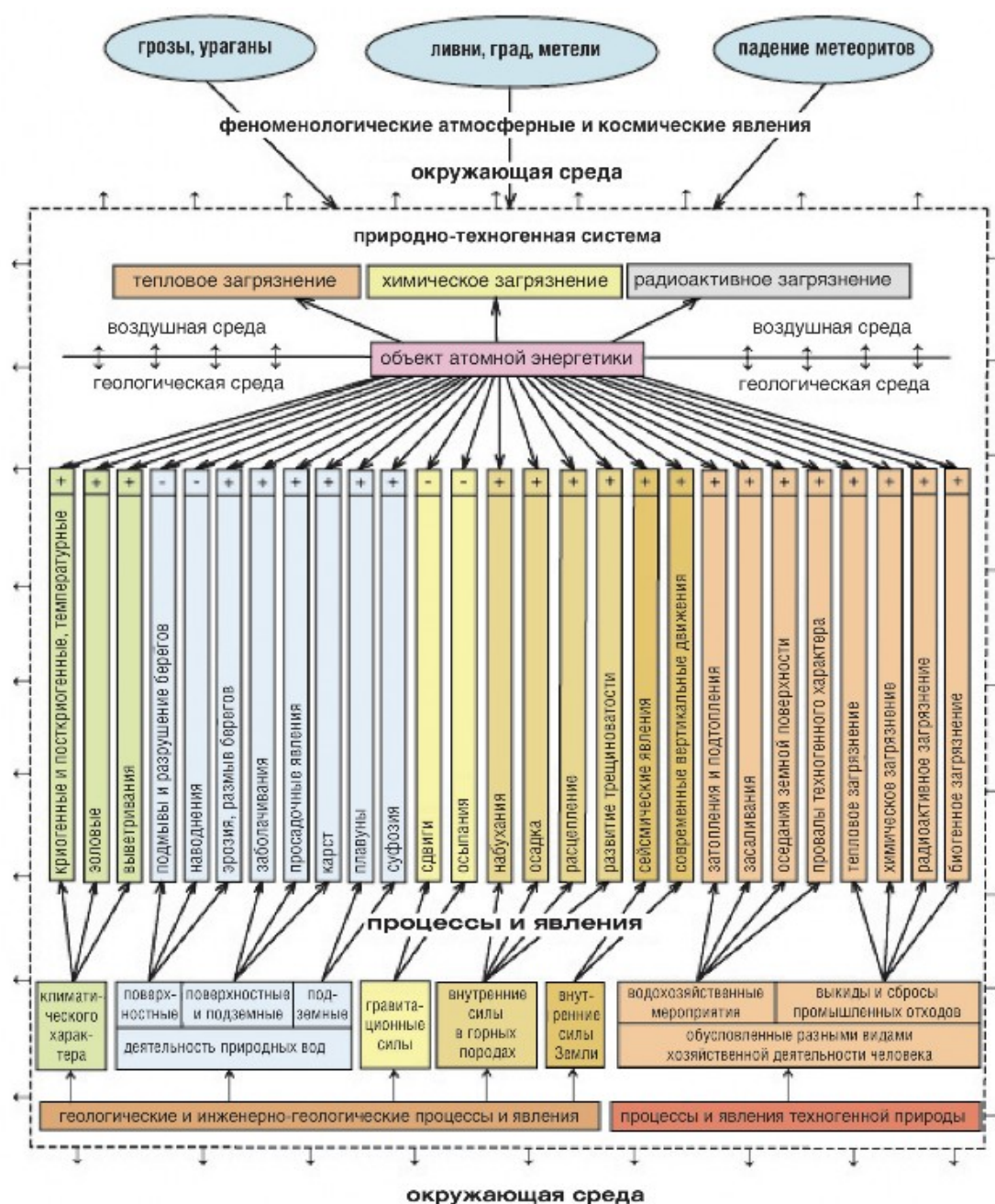


Рис. 1.2 – Основні фактори впливу діяльності АЕС на довкілля [12].

Найбільш істотні фактори – локальний механічний вплив на рельєф – при будівництві, пошкодження особин в технологічних системах – при експлуатації, стік поверхневих і ґрунтових вод, що містять хімічні і радіоактивні компоненти, зміна характеру землекористування й обмінних процесів у безпосередній близькості від АЕС, зміна мікрокліматичних характеристик прилеглих районів.

Виникнення могутніх джерел тепла у виді градирень, водойм-охолоджувачів при експлуатації АЕС звичайно помітним образом змінює мікрокліматичні характеристики прилеглих районів. Рух води в системі зовнішнього тепловідводу, скидання технологічних вод, що містять різноманітні хімічні компоненти впливають на популяції, флору і фауну екосистем. Особливе значення має поширення радіоактивних речовин в навколишньому просторі. У комплексі складних питань по захисту навколишнього середовища велику суспільну значимість мають проблеми безпеки АЕС, що йдуть на зміну тепловим станціям на органічному викопному паливі. Загальновизнано, що АЕС при їхній нормальній експлуатації набагато – не менш ніж у 5 – 10 разів "чистіше" в екологічному відношенні теплових електростанцій на куті. Однак при аваріях АЕС можуть робити істотний радіаційний вплив на людей, екосистеми. Тому забезпечення безпеки екосфери і захисту навколишнього середовища від шкідливих впливів АЕС – велика наукова і технологічна задача ядерної енергетики, що забезпечує її майбутнє [12].

Відзначимо важливість не тільки радіаційних факторів можливих шкідливих впливів АЕС на екосистеми, але і теплове і хімічне забруднення навколишнього середовища, механічний вплив на мешканців водойм-охолоджувачів, зміни гідрологічних характеристик прилеглих до АЕС районів, тобто весь комплекс техногенних впливів, що впливають на екологічне благополуччя навколишнього середовища [13].

2 ТЕХНІЧНА І ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАПОРІЗЬКОЇ АЕС

2.1 Основні проектні характеристики та експлуатаційні показники

Проммайданчик Запорізької АЕС розташований в Кам'янсько-Дніпровському районі Запорізької області на лівому березі Каховського водосховища (рис. 2.1). Відстань від берегової лінії водосховища (від акваторії вантажного причалу) до енергоблока № 1 становить 0,92 км. Районний центр, м. Кам'янка-Дніпровська, знаходиться на відстані 12 км на південний захід від АЕС. Обласний центр, м. Запоріжжя – на відстані 52 км на північний схід від АЕС, місто-супутник Енергодар – на відстані 5 км [7].

Запорізька АЕС – найбільша в Європі і в Україні атомна електростанція. Основними характеристиками її є:

- кількість реакторів – 6;
- тип реакторів: ВВЕР – 1000;
- сумарна потужність виробництва електроенергії – 6000 МВт.

Щороку станція генерує 40 – 42 млрд. кВт·год електроенергії, що становить п'яту частину загальнорічного виробництва електроенергії в державі та половину її виробництва на АЕС України. Запорізька АЕС також є джерелом тепла промислового майданчика, міста Енергодар та інших споживачів. Сумарна встановлена теплова потужність складає 1200 Гкал/год (по 200 Гкал/год з кожного блока) [1, 13].

Загальна схема (ситуаційний план) Запорізької АЕС представлена на рис. 2.2.

Уніфікований моноблок розміщений в окремому головному корпусі АЕС, що складається з реакторного відділення, машинного залу, деаераторної етажерки із приміщеннями електротехнічних пристроїв. Головні корпуси енергоблоків орієнтовані до водойми-охолоджувача – джерела циркулярного водопостачання АЕС. Між водоймою-охолоджувачем

і головними корпусами енергоблоків розміщені блокові насосні станції та трубопроводи технічного водопостачання. Зв'язок Запорізької АЕС із єдиною енергетичною системою України здійснюється трьома лініями електропередач напругою 750 кВ і однією лінією електропередачі напругою 330 кВ.



Рис. 2.1 – Район розміщення Запорізької АЕС.

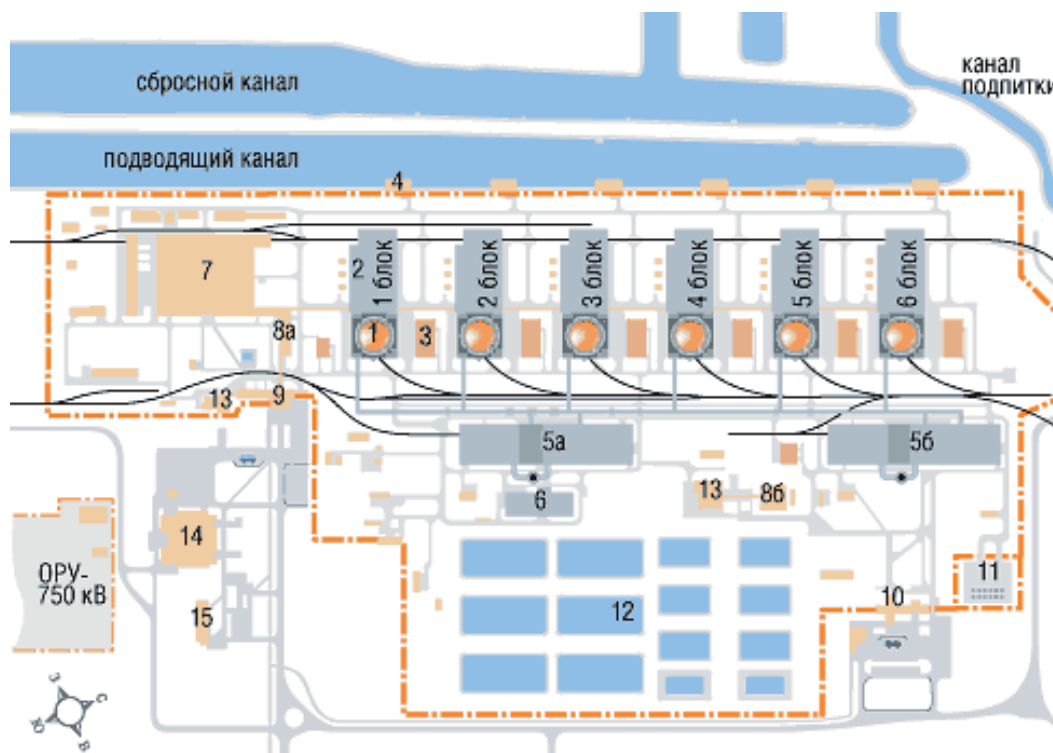


Рис. 2.2 – Загальна схема Запорізької АЕС:

1 – корпус реактора; 2 – машинний зал; 3 – дизельний генератор; 4 – насосна станція блоку; 5 – корпуси для поводження з радіоактивними відходами А та Б; 6 – сховище твердих радіоактивних відходів; 7 – додаткові корпуси; 8 – лабораторія та сервісні споруди А та Б; 9 – адміністративні корпуси та пропускний пункт 1; 10 – пропускний пункт 2; 11 – територія для сухого зберігання відпрацьованого палива; 12 – бризкальні басейни; 13 – їдальня; 14 – повномасштабний тренажер; 15 – навчальний центр.

На даний час на Запорізькій АЕС експлуатується шість енергоблоків встановленою електричною потужністю 1000 МВт кожний (табл. 2.1) [7].

До складу кожного з шести енергоблоків Запорізької АЕС входить наступне обладнання:

- реактор ВВЕР-1000;
- турбіна типу К-1000-60/1500-2;
- електрогенератор типу ТВВ-1000-4.

Таблиця 2.1 – Інформація про енергоблоки Запорізької АЕС [7]

№ блоку	Тип енергоблока	Тип реакторної установки	Дата вводу в експлуатацію	Термін проектної експлуатації, роки	Закінчення проектної експлуатації	Очікуваний термін продовження експлуатації, роки
ЗАЕС-1	ВВЕР-1000	В-320	10.12.1984	30	23.12.2015	15
ЗАЕС-2	ВВЕР-1000	В-320	22.07.1985	30	19.02.2016	15
ЗАЕС-3	ВВЕР-1000	В-320	10.12.1986	30	05.03.2017	15
ЗАЕС-4	ВВЕР-1000	В-320	18.12.1987	30	04.04.2018	15
ЗАЕС-5	ВВЕР-1000	В-320	14.08.1989	30	27.05.2020	15
ЗАЕС-6	ВВЕР-1000	В-320	19.10.1995	30	21.10.2026	15

Водно-водяний енергетичний корпусний ядерний реактор ВВЕР-1000 на теплових нейтронах, призначений для вироблення теплової енергії (номінальна теплова потужність 3000 МВт) в складі реакторної установки. Робота реактора базується на регульованій ланцюговій реакції поділу ядер ^{235}U , що входять до складу ядерного палива. Активна зона реактора складається з паливних збірок, які розташовані по вузлах гексагональної решітки та виготовлені з низькозбагаченого двоокису урану, вміщеного у цирконієву оболонку.

Енергоблок з реактором ВВЕР-1000 працює за двохконтурною схемою: перший контур (радіоактивний) – водяний, який безпосередньо відбирає тепло від реактора; другий контур (нерадіоактивний) – паровий, який отримує тепло від першого контуру і використовує його в турбогенераторі.

До складу першого (головного) циркуляційного контуру входять:

- реактор;
- чотири циркуляційні петлі, кожна з яких включає парогенератор, головний циркуляційний насос, головні циркуляційні трубопроводи, що з'єднують обладнання петель з реактором.

Енергія поділу ядерного палива в активній зоні реактора відводиться теплоносієм, який прокачується кризь неї головними циркуляційними

насосами. З реактора «гарячий» теплоносій по головним циркуляційним трубопроводам поступає до парогенератора, де віддає тепло воді другого контуру, і головним циркуляційним насосом повертається у реактор. Суха насичена пара, що виробляється у другому контурі парогенераторів, поступає на турбіни турбогенератора, оснащеного електрогенератором, потужністю 1000 МВт.

В якості уповільнювача і теплоносія в ядерному реакторі ВВЕР-1000 використовується борована вода під тиском 160 кгс/см^2 . Загальна витрата теплоносія через реактор $84800 \text{ м}^3/\text{год}$. Температура води на вході в реактор при роботі на номінальній потужності складає 289°C , на виході – 320°C [7].

Як і в будь-якій паротурбінній електростанції, термодинамічні обмеження дозволяють перетворювати тільки одну третину теплової енергії у вигляді пару в електричну енергію. Скидання низькопотенційної енергії пари, яка відпрацювала в турбінах, здійснюється через систему водяного охолодження.

Встановлені для Запорізької АЕС у відповідності з проектом та законодавчо-нормативними вимогами санітарно-захисна зона має радіус 2,5 км, а зона спостереження – 30 км.

2.2 Характеристика джерел впливу АЕС на навколишнє природне середовище

В результаті поділу ядерного палива утворюється близько 200 різних радіонуклідів. Велика частина нуклідів, що утворюються при поділу, припадає на інертні радіоактивні гази – ізомери криптону й ксенону, а серед радіонуклідів, що представляють небезпеку внутрішнього опромінення людини – ізомери йоду, цезію, стронцію, цирконію, барію та рутенію.

Крім продуктів поділу в активній зоні реактора присутні також продукти активації, що утворюються в результаті впливу потоків нейтронів, що виходять із активної зони, на елементи конструкції реактора і теплоносія.

Серед продуктів активації у водо-водяних реакторах найбільше значення мають ізотопи цезію, марганцю, кобальту, заліза та ін.

Теплоносій і домішки, що переносяться ним при проходженні через активну зону реактора, зазнають опромінення нейтронами і утворюються радіоактивні елементи. Під впливом випромінювання також відбувається процес радіолізу води з утворенням радикалів H^+ та OH^- .

Активність теплоносія І-го контуру визначається наступними складовими:

- 1) власної (кисневої) активністю теплоносія, яка утворюється в результаті взаємодії в активній зоні реактора нейтронного потоку з ядрами ізотопів кисню, що входять до складу молекул теплоносія;
- 2) осколковою активністю, обумовленою продуктами поділу, що надходять до теплоносія в результаті порушення герметичності оболонок ТВЕЛів і/або забруднення паливною композицією зовнішніх поверхонь ТВЕЛів у процесі їхнього виготовлення. При порушенні герметичності оболонок ТВЕЛів до теплоносія надходять, у першу чергу, інертні радіоактивні гази, ізотопи йоду, що накопичується під оболонками ТВЕЛів, а потім радіонукліди з паливної композиції;
- 3) наведеної (корозійної) активністю теплоносія, обумовленої, в основному, активованими в результаті проходження теплоносія через активну зону, домішками. Це продукти корозії конструктивних матеріалів головного циркуляційного контуру та внутрікорпусних пристроїв реактора, а також хімічні реагенти для підтримки водно-хімічного режиму І-го контуру;
- 4) активністю тритію. На АЕС із реакторами типу ВВЕР у теплоносії тритій існує в основному у вигляді тритієвої води, у продувному газі – у газоподібній і окисленій формах. У реакторі тритій утворюється при потрібному поділі ядерного палива; у результаті реакції нейтронної активації, розчинених у теплоносії першого контуру; а також активації дейтерію, що втримується в теплоносії в якості домішки (до 0,015 %).

Основним джерелом тритію в теплоносії реактора ВВЕР є реакції $^{10}\text{B}(n, 2\alpha)^3\text{H}$ (бор додається в теплоносії у вигляді борної кислоти) і $^6\text{Li}(n, \alpha)^3\text{H}$ (літій попадає у вигляді домішки до гідроокису калію), а також вихід тритію за рахунок дифузії з негерметичних ТВЕЛів. В реакторах типу ВВЕР за рахунок потрійного розподілу у ТВЕЛАх утворюється близько 0,37 – 0,74 ТБк/МВт(ел)·рік тритію.

Безпосередніми носіями всіх перерахованих вище активностей і випромінювань є елементи обладнання I-го контуру, обладнання допоміжних контурів атомної станції і, до деякої міри, обладнання другого контуру атомної станції.

Основними джерелами радіаційної небезпеки у ВП ЗАЕС є [7]:

- реактор, включаючи внутрікорпусні пристрої, активний теплоносії;
- басейн витримки і перевантаження;
- відпрацьоване ядерне паливо;
- трубопроводи та обладнання першого контуру (циркуляційні насоси, парогенератори, компенсатори об'єму, засувки і т.ін.);
- системи спецводоочистки і її обладнання;
- забруднені радіоактивними речовинами трубопроводи та обладнання вентиляційних систем і спецгазоочистки;
- деталі та механізми СУЗ, датчики КВП і радіаційного контролю, безпосередньо пов'язані з вимірюваннями параметрів першого контуру;
- радіоактивні відходи (РАВ);
- радіоактивні джерела, що поставляються для технічних потреб (для дефектоскопії, перевірки та градування апаратури та ін.).

При експлуатації АЕС у нормальному режимі забезпечується локалізація основної кількості радіоактивних продуктів у реакторній установці та у спеціальних системах водо- та газоочистки. Однак, з ряду причин, незначна частина радіонуклідів все ж виходить у навколишнє середовище.

Надходження радіоактивних речовин у навколишнє середовище, в основному, обумовлене виходом радіоактивних газів з деаераторів підживлення та баків організованих протікань, а також через можливі нещільності в різних технологічних системах енергоблока, що містять радіоактивні речовини. Для зниження активності викиду виконується очистка радіоактивного повітря на спеціальних фільтрах, встановлених у вентиляційних системах, після очистки в системі спецгазоочистки газова суміш викидається у венттрубу.

При порушенні герметичності парогенераторів продукти поділу надходять до теплоносія 2-го контуру, а при порушенні герметичності 2-го контуру можливе потрапляння радіоактивних речовин у виробничі приміщення зони «вільного» режиму і через систему дренажів обладнання машзалу та дренажів підлоги машзалу в навколишнє середовище (водойму-охолоджувач ЗАЕС).

Потенційно можливим джерелом радіоактивних скидань може бути скидання вод, що надходять, з контрольних баків системи переробки трапних вод, системи очищення вод спецпралень, у промзливову каналізацію та з водами промзливої каналізації у водойму-охолоджувач ЗАЕС.

Основними складовими іонізуючого випромінювання, від якого обслуговуючий персонал атомної станції одержує основні дозові навантаження, є [7]:

- нейтронне та гамма-випромінювання активної зони реактора;
- захватне гамма-випромінювання від корпусу реактора і внутрикорпусних пристроїв;
- випромінювання теплоносія I-го контуру;
- випромінювання продуктів корозії, що відклалися на внутрішніх поверхнях I-го контуру;
- випромінювання середовищ, що переробляються на установках спецводоочистки та спецвентиляції;
- випромінювання від твердих і рідких РАВ.

Найпоширенішими за елементами технологічної схеми, а тому й найнебезпечнішими, є складова випромінювання теплоносія I-го контуру та складова випромінювання середовищ, похідних (за активністю) від теплоносія I-го контуру.

Можливі наступні види радіаційного впливу на персонал:

- зовнішнє опромінення від обладнання, що містить радіоактивні речовини;
- внутрішнє опромінення за рахунок вдихання радіоактивних речовин;
- контактне опромінення за рахунок радіоактивного забруднення шкірних покривів та спецодягу;
- зовнішнє опромінення, обумовлене радіоактивним забрудненням поверхонь обладнання і приміщень, а також наявністю у повітрі радіоактивних газів і аерозолів.

Основними роботами із закритими джерелами є роботи з гамма-дефектоскопії, налагодження та градуювання дозиметричної та радіометричної апаратури.

Основними роботами з відкритими джерелами є:

- відбір проб теплоносія першого контуру та їхній аналіз;
- збирання, сортування, транспортування та буферне зберігання РАВ;
- ремонт, монтаж і демонтаж основного технологічного обладнання в ЗСР;
- дезактивація приміщень і обладнання, сортування забрудненого спецодягу в санпропускниках і спецпральнях.

3 ВПЛИВ ДІЯЛЬНОСТІ АЕС НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

3.1 Чинники впливу на навколишнє природне середовище

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

3.1.1 Тепловий вплив

Атомні станції є джерелами значних скидів тепла в навколишнє середовище. Приблизно дві третини теплової енергії, що виробляється в реакторах, не використовується для вироблення електроенергії в парових турбінах, а скидається через системи охолодження в навколишнє середовище.

Тепловий вплив на навколишнє середовище можливий від теплових вентиляційних викидів в атмосферу та теплових скидань при роботі гідротехнічних споруд: від бризкальних басейнів системи технічного водопостачання відповідальних споживачів та від охолоджувачів теплообмінного встаткування конденсаторів турбін і невідповідальних споживачів.

Проектні тепловиділення в реакторному відділенні енергоблока, що видаляються системами охолодження відповідальних споживачів, становлять у номінальному режимі роботи [7]:

- мінімальні – $2,9 \times 10^6$ Вт,
- максимальні – $23,4 \times 10^6$ Вт,

- середні робочі – $17,4 \times 10^6$ Вт.

Величина тепловиділення із бризкальних басейнів в атмосферу аналогічна тепловиділенням з реакторного відділення. Проектна допустима температура технічної води на вході в обладнання реакторного відділення знаходиться в межах $+5 - +33^\circ\text{C}$.

За останні 5 років середні тепловиділення в реакторному відділенні для кожного енергоблока (по бризкальних басейнах аналогічно) у номінальному режимі роботи змінювалися від $4,7 \times 10^6$ Вт у холодний період до $16,3 \times 10^6$ Вт у теплий період. Тепловий потік в атмосферу від системи технічного водопостачання відповідальних споживачів по 6-ти енергоблокам відповідно змінювався від $2,8 \times 10^7$ Вт до $9,8 \times 10^7$ Вт. Температура охолодженої води в бризкальних басейнах у літній період не перевищувала 26°C [7].

Продувка системи технічного водозабезпечення здійснюється в водойму-охолоджувач АЕС тільки при нормальній експлуатації блоків. Температура води в системах відповідних споживачів нижче, ніж у водоймі-охолоджувачі (до 33°C), тому продувні води бризкальних басейнів негативного теплового впливу на водойму-охолоджувач не виявляють.

Температурний режим гідротехнічних споруд (водойма-охолоджувач, бризкальні пристрої та градирні), крім природних факторів, визначається кількістю та потужністю працюючих енергоблоків. При роботі одного енергоблока тепловий потік в атмосферу становить $(1,9 - 2,0) \cdot 10^9$ Вт, у цілому від 6-ти енергоблоків $(9,5 - 10,0) \cdot 10^9$ Вт [7].

Вода в найбільш холодній зоні водойми-охолоджувача має температуру на $5 - 9^\circ\text{C}$ вище, ніж у Каховському водосховищі. Це явище характерне для всього року.

Максимальна температура води спостерігається у скидному каналі охолоджувачів. У підвідному каналі, як правило, температура води на $8 - 10^\circ\text{C}$ нижче. Вид і довжина теплового потоку залежить від швидкості і напрямку вітру. Під впливом вітрів північного напрямку більш теплі поверхневі шари притискаються до лівого берегу (до підвідного каналу,

погіршуючи тим самим роботу ВО). У північно-західній частині водосховища (у правого берега) утворюється зона (приблизно 25 % усієї площі), де температура води на $0,5 - 1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ нижче, ніж на вході в підвідний канал. Вплив вітрів південного напрямку приводить до рівномірного розподілу теплового потоку по водоймі [7].

Підвищена в порівнянні з повітрям температура води у ВО приводить до інтенсивного випару з водної поверхні, що у свою чергу приводить до частого утворення туманів. Сезонні коливання напрямку та швидкості вітру відповідно створюють неоднорідні вітрові течії в Каховському водосховищі.

Розглянута територія Каховського водосховища характеризується стійкими вітровими течіями. Швидкість вздовжберегових течій, при транзитних витратах води у водосховище $600 - 1300\text{ м}^3/\text{с}$, становить $0,02 - 0,05\text{ м/с}$. Площа акваторії водосховища із дещо підвищеною температурою становить близько $1,2\text{ км}^2$. Залежно від швидкості або напрямку вітру язик забруднення може міняти конфігурацію, однак загальна площа з підвищеним тепловим навантаженням залишається незмінною.

Регулярні (два рази на місяць) вимірювання температури поверхні води в контрольних точках (рис. 3.1 – 3.3) показують, що збільшення температури води в прилягаючій акваторії Каховського водосховища на $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ спостерігається на відстані до $0,7\text{ км}$, на $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ – до $1,0\text{ км}$ [7].

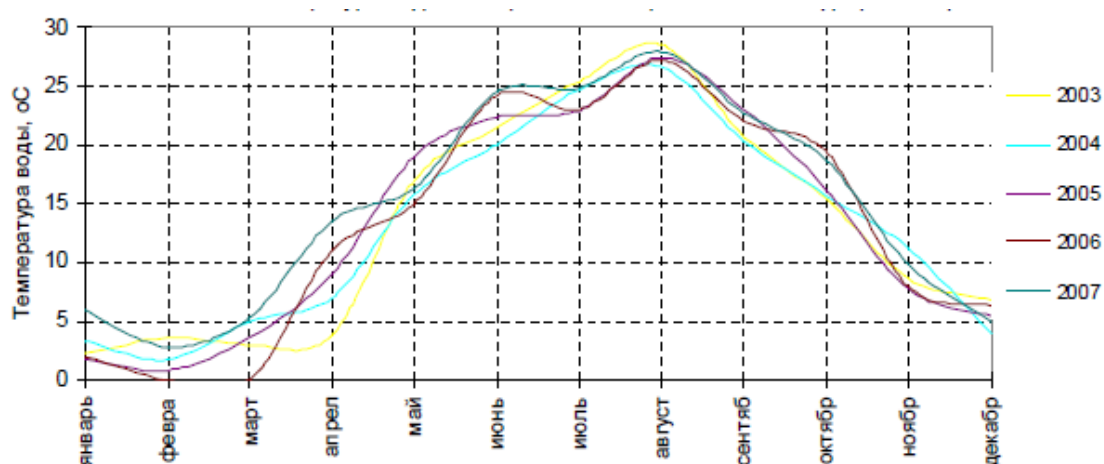


Рис. 3.1 – Зміна температури води в контрольному створі Каховського водосховища т.З.

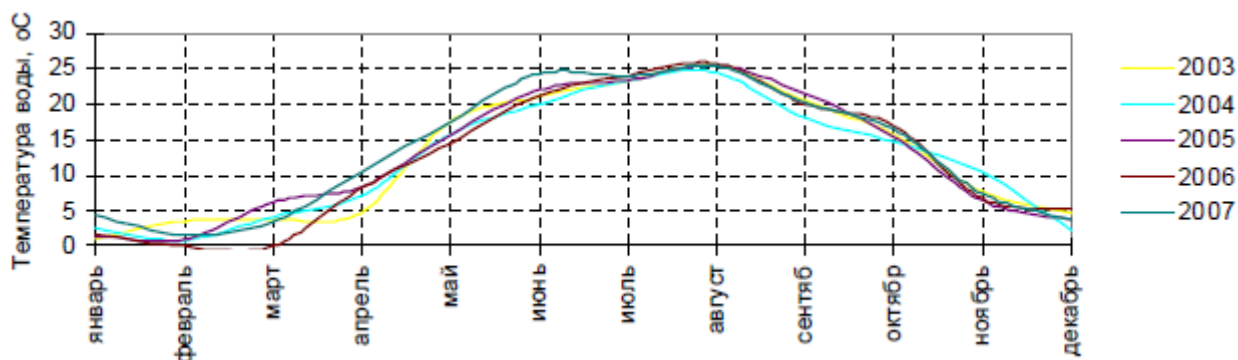


Рис. 3.2 – Зміна температури води Каховського водосховища т.19.

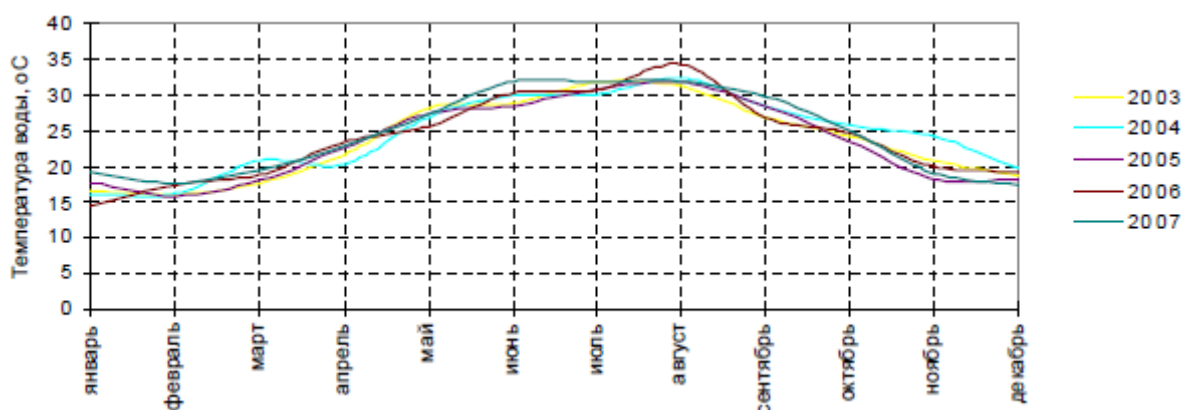


Рис. 3.3 – Зміна температури води у водоймі-охолоджувачі т.1.

Під час продувки з водойми-охолоджувача в Каховському водосховищі, в 500 м нижче за течією, відбувається підвищення температури води: узимку на $0,3 - 2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, улітку на $0,3 - 3,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. При цьому температура води в 2003 – 2007 рр. досягала в 500-метровій зоні відповідно $6,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ і $27,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Температура води в Каховському водосховищі в основному не перевищує нормативну для водойм, що використовуються у рибогосподарських цілях (не більш $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ улітку й $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ – узимку) [7].

Перевищення нормативної температури на $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ було в серпні 2003 р. (досягала відповідно $28,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ і $28,6\text{ }^{\circ}\text{C}$), що пояснюється високою природною температурою води ($26,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ і $25,5\text{ }^{\circ}\text{C}$), а також скидами Запорізької ТЕС. Тим самим, теплове забруднення водосховища при водовипусках із водойми-охолоджувача приходить, в основному, на 500-метрову зону та практично не впливає на зміну екологічної обстановки [7].

В Каховському водосховищі високі температури води в літню пору при слабкому водообміні та значних концентраціях органічних і біогенних речовин стимулюють інтенсивний розвиток фітопланктону, який справляє негативний вплив на якість водного середовища. Теплове забруднення водойм приводить до посилення оборотності біогенних речовин, процесів біодеградації органічних речовин, змін форм міграції важких металів, активізується життєдіяльність риб. Наявність великої кількості кормових організмів сприяє їх швидкому зростанню.

Підігріті води, що надходять зі скидного каналу, повністю локалізуються в ВО. Температурні зйомки ВО та прилеглої акваторії Каховського водосховища дозволяють зробити висновок про відсутність впливу на екосистему Каховського водосховища підігрітих вод водойми-охолоджувача.

Отже, продувна вода незначно (не більше ніж на 3 °C) несе додаткове теплове навантаження на воду Каховського водосховища в контрольному створі. Таке перевищення є допустимим у відповідності до «Правил охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами» [16].

3.1.2 Хімічний вплив

Джерелами хімічного впливу на навколишнє середовище є періодичні нерадіоактивні викиди і скиди, що виникають в об'єктах і спорудах на проммайданчику Запорізької АЕС та мають в своєму складі хімічні елементи і речовини, граничний вміст яких регламентується діючими санітарними нормами і правилами. У повітряне середовище надходять газо-аерозольні нерадіоактивні викиди від допоміжних споруд і виробничих приміщень.

Хімічний вплив АЕС на Каховське водосховище можливий при водовипусках із ВО (продувка) і фільтрацію через тіло греблі. Водойма-охолоджувач разом з іншими гідротехнічними спорудами (бризкальні

пристрої та градирні) використовується для охолодження конденсаторів турбін і іншого теплообмінного встаткування енергоблоків 1 – 6.

Джерелом підживлення систем технічного водопостачання АЕС є Каховське водосховище (р. Дніпро). Підживлення ВО здійснюється зі скидного каналу Запорізької ТЕС.

Крім того, у системі технічного водопостачання турбінного обладнання повторно використовуються:

- очищені господарсько-побутові стічні води житлового селища та промзони з об'єднаних очисних споруджень (ООС);
- стічні води промзливневої каналізації (ПЗК);
- скидні води знесолюючої установки хімводоочищення (ХВО);
- скидні води фільтрів блокових знесолюючих установок (БЗУ);
- продувні води системи технічного водопостачання відповідальних споживачів.

Режим роботи охолоджувачів системи технічного водопостачання турбінного обладнання характеризується водогосподарчим балансом. У табл. 3.1 наведений водогосподарчий баланс системи за 2006 р.

Таблиця 3.1 – Водний баланс водойми-охолоджувача в 2006 р. [7]

	Вид втрат і надходження води	млн, м ³
Витратна частина	Продувка в Каховське водосховище	247,718
	Випар, віднесення вітром і відбір на допоміжні потреби	107,829
	Втрати води на фільтрацію через дамбу	3,295
	УСЬОГО	358,842
Добавочна частина	Підпитка зі скидного каналу За ТЕС	331,246
	Атмосферні опади	3,444
	Промислові і зливові стоки *	14,82
	БН	0,116
	БРК ХВО	0,140
	Очищені стоки після ООС	7,519
	Очищені стоки після ОСЗЗС	0,463
	Продувні води СТВС	1,093
	УСЬОГО	358,842

Водообмін у водоймі-охолоджувачі забезпечується за рахунок існуючої споруди продувки, розташованої в греблі ВО в районі максимального охолодження циркуляційної води. Пропускна здатність споруд продувки – $20 \text{ м}^3/\text{с}$ [7].

Основними джерелами викидів забруднюючих речовин в атмосферу на проммайданчику Запорізької АЕС є:

- 20 резервних дизельних електростанцій для шести блоків атомної станції з реакторами ВВЕР-1000. Основні забруднюючі речовини, що виділяються – вуглецю окис, азоту двоокис, сірчистий ангідрид;
- ряд розміщених на проммайданчику допоміжних виробництв – енергоремонтне підприємство, цех теплової автоматики та вимірів, хімічний цех, електроцех, масло-дизельне господарство, цех теплових і підземних комунікацій та ін.;
- на окремому майданчику розміщений транспортний цех. Основні забруднюючі речовини, що виділяються, – бензин, вуглецю окис, азоту двоокис, свинець і його сполуки, вуглеводні, не диференційовані по окремим сполукам.

Основні забруднюючі речовини, що виділяються, – ангідрид сірчистий, вуглецю окис, пил неорганічний (SiO_2 20 – 70 %), азоту двоокис.

У табл. 3.2 представлений перелік і фактична кількість основних забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря стаціонарними джерелами ВП ЗАЕС і УБ ВП ЗАЕС.

В процесі експлуатації АЕС неминучим є утворення газоподібних, твердих і рідких продуктів, що містять в своєму складі радіоактивні елементи. Радіаційний вплив енергоблока пов'язаний з їх виходом в навколишнє середовище.

При нормальних умовах експлуатації будь-який вихід елементів з-під оболонки ТВЕЛУ, або часткове руйнування цієї оболонки, приводить до надходження деякої кількості продуктів поділу до теплоносія першого контуру.

Таблиця 3.2 – Перелік основних забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря на промайданчику Запорізької АЕС [7]

Код	Забруднюючі речовини	Викинуто за 2013 р., т	Викинуто за 2014 р., т
00000	Усього по підприємству (без урахування діоксиду вуглецю):	10,244	11,941
01000	Метали та їх сполуки	0,024	0,018
03000	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (мікрочастинки та волокна)	5,996	3,683
04000	Сполуки азоту	1,730	3,150
05000	Діоксид та інші сполуки сірки	0,116	0,206
06000	Оксид вуглецю	0,696	1,539
11000	Неметанові леткі органічні сполуки (НМЛОС)	1,620	3,341
12000	Метан	0	0
15000	Хлор та сполуки хлору (у перерахунку на хлор)	0,060	0,002
16000	Фтор та його сполуки (у перерахунку на фтор)	0,002	0,002

Невеликі кількості радіоактивних продуктів можуть також потрапити до теплоносія першого контуру в результаті нейтронної активації конструкційних матеріалів. Процеси ерозії і корозії продуктів активації сприяють переходу цих матеріалів до теплоносія першого контуру.

Тритій, що знаходиться в теплоносії першого контуру, є одним з компонентів цих продуктів активації.

Вихід тритію з води першого контуру можливий при:

- організованих протіканнях;
- зливанні води першого контуру в баки зливу води першого контуру.

Тритій – радіоактивний ізотоп водню з періодом напіврозпаду 12,34 роки. У реакторах ВВЕР тритій утворюється:

- безпосередньо при поділі ядер пального, як продукт потрійного поділу;
- у результаті взаємодії нейтронів з ядрами дейтерію, що знаходиться в теплоносії першого контуру;

- у результаті різних реакцій швидких нейтронів з конструкційними матеріалами активної зони реактора;
- у результаті активації борної кислоти в теплоносії першого контуру.

Крім того, процеси активації в повітрі в безпосередній близькості від корпусу реактора викликають утворення незначних кількостей газоподібних радіоактивних часток, включаючи випари тритієвої води та інертні гази.

Радіоактивні продукти поділу і активації виводяться з теплоносія за рахунок процесів іонного обміну, у результаті яких утворюються забруднені іонообмінні смоли установок спецводоочистки (СВО). У результаті періодичної заміни цих смол утворюються як рідкі, так і тверді радіоактивні відходи.

Процес поводження з радіоактивними середовищами на установках СВО, розташованих у спецкорпусі, приводить до утворення радіоактивних відходів (РАВ): твердих, рідких та газоподібних.

Протікання, що допускаються в парогенераторі теплоносія першого контуру в другий контур, ведуть до утворення радіоактивно забруднених вод цього контуру.

Гази, які накопичуються в першому контурі під час експлуатації, відводяться з нього. Це призводить до утворення потоку газоподібних викидів. Викиди в атмосферу можуть також створюватися внаслідок вентиляції летучих виділень теплоносія першого контуру, які виникають у результаті малих теч, організованих і неорганізованих протікань. Такі викиди зазвичай містять у собі тритієву водяну пару, інертні гази, аерозолі і інші газоподібні частки.

Під час щорічної зупинки реактора проводиться скидання тиску із систем охолодження, кришка реактора знімається та одна третина паливних зборок виймається і поміщається в басейн витримки для зберігання. Інші дві третини зборок перекомпоновуються для підтримки оптимальної щільності потоку нейтронів, і в активну зону завантажуються свіже паливо. Крім відпрацьованого палива процедури перевантаження палива можуть

призвести до підвищення виходу рідких радіоактивних відходів (РРВ) і викидів в атмосферу з басейну витримки, шахти ревізії апарата та шахти ревізії блоку захисних труб. Ці відходи за своєю природою аналогічні відходам, які виділяються з теплоносія першого контуру.

Крім того, процедури ремонту та технічного обслуговування, які проводяться під час зупинки реактора, також є джерелами різноманітних РАВ, які виникають у результаті розкриття та ремонту обладнання. Окремі компоненти першого контуру, забруднені в результаті нейтронного опромінення, а також елементи обладнання реакторного відділення і спецкорпусу, які піддалися радіоактивному забрудненню, можуть бути замінені, що викликає додаткове виникнення твердих радіоактивних відходів (ТРВ).

Поводження з рідкими і твердими РАВ, їх зберігання здійснюється у відповідності з вимогами «Санітарних правил проектування і експлуатації АЕС» [17]. Надходження цих видів РАВ в навколишнє середовище при нормальних умовах експлуатації, проектних аваріях і найбільш імовірній запроектній аварії практично виключається.

3.2 Вплив на поверхневі та підземні води

Вплив Запорізької АЕС на поверхневі води може позначатися в місцях безпосередніх контактів технологічних елементів і споруджень АЕС із водними об'єктами загального користування. Такими контактними місцями є водозабірні та водоскидні спорудження АЕС.

Скидання промислових, зливових і побутових стоків АЕС та побутових стоків м. Енергодар безпосередньо у водні об'єкти загального користування не виконується. Стоки після очищення і радіаційного контролю скидаються у водойму-охолоджувач (ВО), що є водним об'єктом відособленого користування АЕС. На Запорізькій атомній електростанції є:

- чотири системи водопостачання (питна, технічна, зворотна та повторновикористовуєма);
- три системи водовідведення (господарсько-побутова каналізація, промзливово каналізація та вигрібні ями);
- чотири очисних споруди (очисні споруди замаслених та замазучених стоків, очисні споруди для стічних вод після мийки автотранспорту, очисні споруди ХПС «брудної зони» 1 та 2 черги).

До систем зворотного водопостачання відноситься водопостачання, призначене для багаторазового використання води у технологічних циклах підприємства. По кожному енергоблоку передбачено три системи зворотного водопостачання:

- система охолодження основного обладнання (турбогенератори та допоміжні системи 2 - го контуру);
- система охолодження невідповідальних споживачів (група Б);
- система охолодження відповідальних споживачів (група А).

Повторно використовуєма вода – вода після очисних споруд ХПС «брудної» зони 1 та 2 черги, очисних споруд замаслених та замазучених стоків, баків нейтралізаторів, баків радіаційного контролю, продувки бризкальних басейнів відповідальних споживачів групи А.

Технічне водопостачання здійснюється зі скидного та підвідного каналу Запорізької ТЕС.

Зі скидного каналу ЗаТЕС технічна вода надходить:

- на насосну станцію технічної води ВП ЗАЕС для безперебійного забезпечення технічною водою споживачів проммайданчика, промислової та комунальної зони ВП ЗАЕС;
- на підживлення водойми – охолоджувача ВП ЗАЕС для поповнення втрат у наслідок природнього випару з водної поверхні водойми, випару та краплинного віднесення із бризкальних басейнів і градирень, часткової фільтрації, а також для проведення продувки водойми-охолоджувача.

Узагальнена інформація щодо динаміки обсягів водокористування ВП ЗАЕС представлена в табл. 3.3 [7].

Для поливу зелених насаджень об'єктів ВП ЗАЕС у місті використовується технічна вода від комунального підприємства «ПКВ» ЕМР.

До господарсько-побутових стоків проммайданчика відносяться стічні води від душових, сантехнічних приладів з будівель «чистої» зони проммайданчика, пралень спецкорпусів «чистої» зони, споруд на території ВП ЗАЕС та будівель НТЦ, ВПП-750 та повномасштабного тренажеру.

До промзливової каналізації ВП ЗАЕС надходять злизові та промислові стоки. Злизові стоки (атмосферні опади з покрівлі будівель та території проммайданчика станції) по трубопроводам відводяться в підвідний канал водойми-охолоджувача та використовуються в системі технічного водопостачання.

До промислових стоків проммайданчика відносяться нормативно-чисті стоки (технічна охолоджуюча вода з температурою 5 – 30 °С) з обладнання спецкорпусів 1, 2, з маслоохолоджувачів блочних трансформаторів блоків 1 – 6, кондиціонерів НТЦ та АПК, азотно-кисневої станції, системи автоматичного пожежогасіння. При відсутності централізованої каналізації стічні води збираються до вигрібних ям і вивозяться асенізаційними машинами на КНС ТЦ. Склад і властивості стічних вод визначаються на кожному випуску їх у водні об'єкти.

Для очищення замаслених та замазучених стоків ВП ЗАЕС використовуються очисні споруди замаслених та замазучених стоків (ОС ЗЗС). На ОС ЗЗС надходять стічні води, забруднені маслами, з машзалів та світлових дворів блоків 1 – 6, ВРП-750, маслодизельного господарства і території об'єднаного допоміжного корпусу.

Таблиця 3.3 – Динаміка водоспоживання ВП ЗАЕС в період 2009 – 2014 рр. [7]

Найменування джерела водопостачання	Використано води, тис. м3					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Питна вода, всього:	943,5	1001,3	1128,6	1046,9	1157,7	1311,4
КП «ПКВ» ЕМР	940,6	998,6	1126,1	1044,8	1155,3	1309,6
КП «Жилкомсервіс»	2,9	2,7	2,5	2,1	2,4	1,8
Технічна вода, всього:	346348,9	342525,4	372852,5	327282,6	364028,0	345685,5
Скидний канал ЗаТЕС	346 306,7	342466,9	372805,4	327243,6	363993,5	345643,9
Підвідний канал ЗаТЕС	9,6	14,0	14,2	9,0	14,2	16,8
КП «ПВК» ЕМР	4,7	5,8	8,6	7,0	7,4	8,9
ВСБ (р. Дніпро)	7,5	21,3	20,6	8,9	2,7	3,0
ВСБ (ПЗ)	2,8	3,5	3,7	4,0	2,6	3,4
ВСБ (ЗДВ)	9,1	7,5	-	-	-	-
Профілакторій (забір з внутрішн. водойми)	8,5	6,4	0,0	10,1	7,6	9,5
Артезіанська вода	6,1	11,8	12,3	8,2	7,4	122,3
ПЗОВ «Юність» (свердловина)	2,1	2,9	1,3	0,0	1,3	1,8
Арт. свердловина №89 (ГЦ)	0,0	6,8	8,6	6,2	3,6	117,8
Арт. свердловина № 1-Т (ВСБ)	1,4	2,0	2,3	1,5	1,3	1,2
Арт. свердловина 3-Т(ГЦ)	0,1	0,1	0,1	0,5	1,2	1,5
Арт. свердловина 6-Т(ВСБ)	2,5	-	-	-	-	-

На очисні споруди ХПС «брудної зони» 1 та 2 черги надходять стоки від санвузлів, душових, умивальників, спецпальні «брудної зони» блоків № 1 – 6 та баків дозиметричного контролю. Для знезаражування стічних вод ультрафіолетовим випромінюванням на 2 черзі очисних споруд впроваджене устаткування «Водограй В30А6» [7].

Очисні споруди після мийки автотранспорту транспортного цеху (ТЦ) призначені для очищення забруднених вод після мийки автотранспорту ТЦ ВП ЗАЕС. Після очистки вода йде на повторне використання до замкненого водооборотного циклу системи мийки.

Система охолодження АЕС оборотна. Охолодження конденсаторів турбін і іншого теплообмінного устаткування базується на роботі водойми-охолоджувача, бризкальних басейнів і градирень, що працюють за паралельною схемою.

Якість води водойми-охолоджувача формується за рахунок:

- підживлення водойми-охолоджувача. Для підживлення водойми-охолоджувача використовується вода скидного каналу ЗаТЕС, яка найбільшою мірою впливає на хімічний склад води водойми-охолоджувача, тому що є основним відновлювачем втрат води водойми-охолоджувача ВП ЗАЕС;
- стічних вод з об'єднаних очисних споруджень господарсько-побутових стоків м. Енергодара та частково, проммайданчика ВП ЗАЕС;
- продувки бризкальних басейнів охолоджуючої технічної води відповідальних споживачів групи «А»;
- промислово-зливової каналізації;
- баків нейтралізаторів і баків радіаційного контролю хімічного цеху;
- очисних споруджень замаслених замазучених стоків.

Формування хімічного складу і якості води водойми-охолоджувача складається зі специфічних для замкнених екосистем гідробіологічних,

гідрохімічних і гідрологічних процесів, тобто відбувається накопичення різних класів і типів як органічних, так і мінеральних речовин.

З одного боку, в умовах теплового навантаження підсилюються та прискорюються процеси оборотності біогенних речовин, біодеградації і руйнування органічних складових, інтенсифікуються процеси виводу в донні відкладання важких металів, з іншої, при ефекті випарного концентрування, добре розчинні хлоридні і сульфатні солі таких елементів, як натрію і калію, у значних кількостях можуть накопичуватися у водному середовищі.

З метою поліпшення якості циркуляційної води у ВП ЗАЕС здійснюється продувка водойми-охолоджувача яка дозволяє:

- підтримувати якість води водойми-охолоджувача на екологічно безпечному рівні шляхом запобігання нагромадження мінеральних солей, обумовлених процесами випарного концентрування;
- зменшити імовірності утворення відкладань на охолоджувальних теплообмінних поверхнях;
- знизити температури охолоджуючої води у спекотний період року.

Продувкою водойми-охолоджувача називають зміну водних мас у ньому. Водообмін у водоймі-охолоджувачі забезпечується за рахунок існуючого спорудження продувки, розташованого в греблі водойми-охолоджувача в районі максимального охолодження циркуляційної води.

З 2005 р. продувка ведеться в безперервному режимі. Планований обсяг продувки 315360,000 тис.м³ при витраті 10 м³/с [7].

На рис. 3.4 наведено динаміку обсягів водовідведення водойми-охолоджувача в Каховське водосховище в період 2010 – 2014 рр.

Безперервна продувка ставка-охолоджувача забезпечує стабільний хімічний склад оборотної води АЕС і при випуску в Каховське водосховище задовольняє вимогам, встановленим до водойм рибогосподарського призначення.

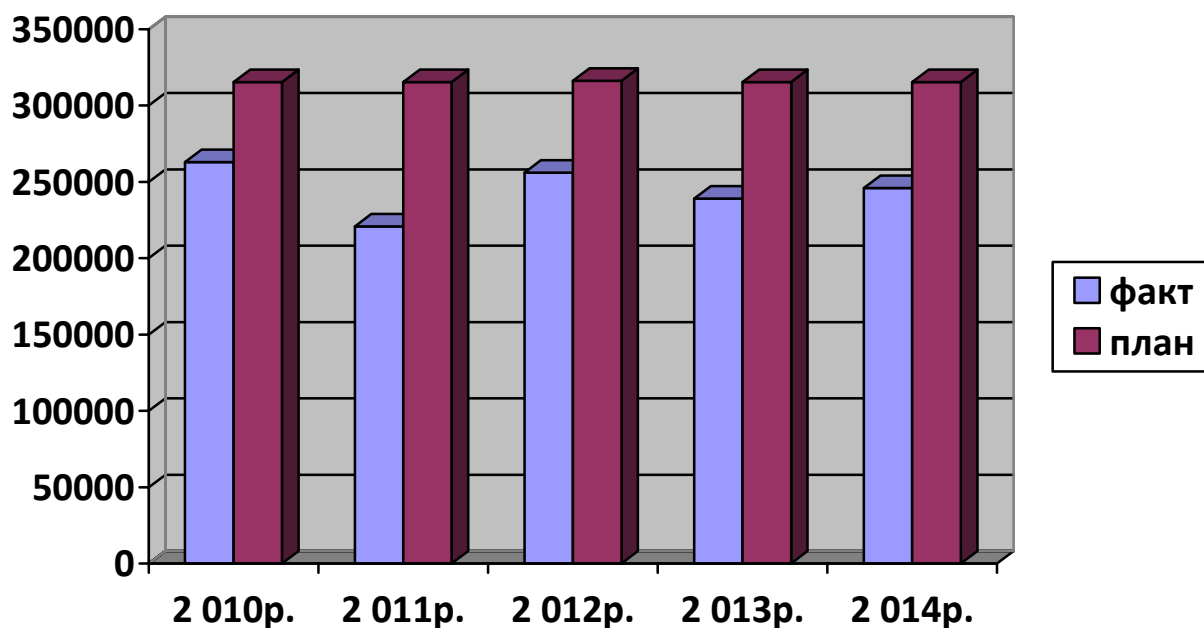


Рис. 3.4 – Динаміка обсягів водовідведення водойми-охолоджувача в Каховське водосховище в період 2010 – 2014 рр. [7]

Комплексні екологічні дослідження проводяться на водних об'єктах Запорізької АЕС за 32 показниками: мінералізація; сульфати; хлориди; кальцій; магній; натрій; калій; азот амонійний; нітрити; нітрати; фосфати; залізо; марганець; мідь; цинк; кисень розчинний; завислі речовини; нафтопродукти; АПАВ; БСК₅; ХСК; рН; температура; жорсткість загальна; жорсткість карбонатна; лужність загальна; обальт; нікель; кадмій; свинець; фториди; морфолін. Ці дослідження дозволяють виявити особливості формування гідрохімічного режиму і якості води водойми-охолоджувача, одержати вихідну інформацію для прогнозування ступеня можливого впливу скиду підігрітих вод на екосистему Каховського водосховища.

Результати вимірів, що проводяться еколого-хімічною лабораторією ЗАЕС та контролюючими організаціями підтверджують, що за часу введення безперервної продувки ставка-охолоджувача в Каховське водосховище виробнича діяльність АЕС не спричинила суттєвого впливу на зміну хімічного складу і якості води прилягаючої акваторії Каховського водосховища.

Проте існує тенденція погіршення складу води Каховського водосховища в контрольних точках, що передують місцю розміщення території ВП ЗАЕС. Порівняльний аналіз хімічного контролю води водойми-охолоджувача ВП ЗАЕС і Каховського водосховища дозволяє зробити висновок, що при стабільній концентрації забруднюючих речовин у водоймі-охолоджувачі спостерігається підвищення рівня забруднення Каховського водосховища.

Підвищений вміст у водоймі охолоджувачі заліза, марганцю, цинку (вище ГДК для рибогосподарських водойм) також пояснюється високим їхнім вмістом у воді Каховського водосховища. При скиданні оборотних вод в Каховське водосховище за рахунок розведення якості води за даними показниками не перевищує ГДК.

Нормування скидів забруднюючих речовин у Каховське водосховище проводиться шляхом встановлення гранично допустимих скидів нормованих речовин зі зворотними водами.

Скидання оборотних вод водойми-охолоджувача у Каховське водосховище здійснюється згідно виданому Департаментом екології та природних ресурсів Запорізької облдержадміністрації «Дозволу на спеціальне водокористування», при дотриманні гранично допустимої концентрації (ГДК) і встановлених нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин [7].

Фактичне скидання забруднюючих речовин з водойми-охолоджувача в Каховське водосховище не перевищує затверджені ліміти скидання забруднюючих речовин. Водовипуск з водойми-охолоджувача і фільтрування води через тіло греблі призводять до незначного теплового забруднення Каховського водосховища в діапазоні від 0,3 °C до 2,9 °C – в порівнянні з фоновими її значеннями. Зона підвищення температури обмежена 500-метровим радіусом від точки скидання води.

За результатами режимних спостережень в 2012 – 2014 рр. негативного впливу від діяльності ВП ЗАЕС на гідрогеологічний і гідротермальний

режим не виявлено. Температура води при цьому не перевищує норм ГДК для рибогосподарських водойм [7].

Хімічний склад підземних вод на території ЗАЕС і в зоні її впливу змінюється періодично і залежить від місцевих кліматичних та гідрологічних умов. Тенденція підвищення концентрації за період спостережень виявлена лише для окремих компонентів.

3.3 Вплив на повітряне середовище

Основним джерелом викидів забруднюючих речовин на промисловому майданчику Запорізької АЕС є 20 аварійних дизельних генераторів для 6 атомних енергоблоків реакторів ВВЕР-1000. Забруднюючими речовинами, що викидаються є оксид вуглецю, діоксид азоту та сірчаний ангідрид. Окрім аварійних дизельних генераторів, на майданчику розміщена низка допоміжних виробництв: підприємство з ремонту електромережі, підрозділ тепlopостачання, хімічний цех, підрозділ електропостачання, склад дизельного палива, підрозділ теплових та підземних мереж.

Промисловий майданчик № 1 – проммайданчик Запорізької АЕС.

Згідно інвентаризації, на проммайданчику ЗАЕС (№ 1) нараховується 251 джерело викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, з них 221 джерело з організованими викидами і 30 неорганізованих джерел; 2 джерела обладнані газоочисними установками: установка очищення аспіраційного повітря від токарного верстата, установки електродугового напилення «Тафа» та камери ручного напилення в пиловловлювачі мокрого типу ПВМ10СА (енергоремонтний підрозділ) та циклон типу Ц-800 (дільниця поточних та капітальних ремонтів управління будівництва ВП ЗАЕС). Викиди забруднюючих речовин від стаціонарних джерел складають 13,759 т/р [7].

На проммайданчику № 1 розміщені наступні основні споруди:

1) Головні корпуси енергоблоків, РДЕС 78Г: блоки № 1 – 6 і загальноблочний з дизель-генератором, витратними і підземними ємностями дизельного палива і дизельного масла (джерела № 1001-1020, 1051-1114).

2) Спецкорпус № 1 і № 2 з санітарно-побутовими блоками (джерела № 1603-1605).

3) Об'єднаний допоміжний корпус, у якому розміщені:

- ремонтно-механічні майстерні енергоремонтного підрозділу (джерела №1301-1323);
- приміщення електроцеху (джерела № 1401-1411);
- приміщення хімічного цеху (джерела № 1501-1516, 1518, 1519, 1528);
- приміщення ВРХЛ (джерела № 1523-1526);
- приміщення лабораторії металографічних випробувань (джерело № 1538)
- приміщення приватного підприємства «Енхол» (джерело № 1601);
- зварювальний пост та верстати цеху теплових промислових комунікацій (джерела № 1701, 1701/1);
- приміщення управління будівництва (джерела № 1522, 1702, 1704);
- майстерня цеху теплової автоматики і вимірювань (джерело № 1705).

4) Лабораторно-побутовий корпус – 2 а (джерело № 1527).

5) Об'єднаний газовий корпус, в який входять: загальностанційна компресорна і азотно-кисневе господарство (джерела № 1801-1810).

6) Будівлі служби спеціальних ремонтних робіт реакторно-турбінних відділень ЕРП, в яких розміщені майстерні (джерела № 1606-1611).

7) Корпус об'єданого маслодизельного господарства ЕЦ (джерела № 1412-1437, 1517).

8) Відкритий розподільчий пристрій (ВРП-750 кВ) ЕЦ (джерела № 1438-1454).

9) Очисні споруди замаслених і замазучених стоків ХЦ (джерела № 1529-1537)

10) Будівлі гідротехнічного цеху: база ГЦ, насосна станція градирень, насосна станція технічної води (джерела № 1901-1917).

11) Їдальні № 11 і № 18 (джерела № 1612-1621).

Транспортний цех ВП ЗАЕС.

На окремому майданчику розташований транспортний цех (ТЦ) ВП ЗАЕС (проммайданчик № 2).

ТЦ має 473 одиниці автотранспорту, з них 307 карбюраторних та 166 дизельних.

Згідно звіту з інвентаризації, в транспортному цеху 91 стаціонарне джерело викидів ЗР, з них 33 – оснащені вентиляційними установками, 43 – мають природну вентиляцію. Газоочисних установок в ТЦ не має.

Викиди забруднюючих речовин від стаціонарних джерел проммайданчика № 2 згідно інвентаризації складають 2,818 т/р.

Управління будівництва ВП ЗАЕС.

Усього по УБ ВП ЗАЕС нараховується 148 стаціонарних джерел викидів ЗР, 16 з них оснащені газоочисними установками.

За результатами проведеної інвентаризації в УБ ВП ЗАЕС визначено 4 проммайданчика:

Проммайданчик № 3 – завод залізобетонних виробів та будівельних матеріалів – 81 джерело викидів, з них 53 оснащені вентиляційними установкам, 13 мають природну вентиляцію, 10 джерел оснащені газоочисними установками.

До складу проммайданчика № 3 входить автотранспортне господарство управління будівництва.

Наявність автотранспорту: всього 134, з них карбюраторних 54, дизельних 80, газобалонних – немає. Згідно інвентаризації викиди забруднюючих речовин складають 3,926 т/р.

Проммайданчик № 4 – склад паливно-мастильних матеріалів – 28 джерел викидів; газоочисні установки відсутні. Згідно інвентаризації викиди забруднюючих речовин складають 0,1096 т/р.

Проммайданчик № 5 – діляниця будівельних матеріалів – 36 джерел викидів, з них 7 джерел оснащені вентиляційними установками, 14 мають природну вентиляцію, 6 джерел оснащені газоочисними установками. На ДБМ є паливовикористовуюче обладнання – асфальтозмішувальна установка ДС-158. Згідно інвентаризації викиди забруднюючих речовин складають 3,416 т/р.

Проммайданчик № 6 – діляниця механізованих робіт має 3 джерела викидів. Згідно інвентаризації викиди в атмосферне повітря складають 0,00427 т/р.

В УБ ВП ЗАЕС ведуться журнали за формами первинної облікової документації ПОД-1, 2, 3. Контроль ефективності роботи ГОУ здійснює аттестована еколого-хімічна лабораторія служби охорони навколишнього середовища згідно затвердженому графіку. Ефективність ГОУ складає від 90,8 % – 99,0 %. Викиди забруднюючих речовин від проммайданчиків УБ ВП ЗАЕС, згідно інвентаризації, складають 7,45587 т/р.

Зовнішні об'єкти:

Проммайданчик №7 – друкарська діляниця СІТ ВП ЗАЕС. Згідно звіту з інвентаризації, в друкарській ділянці 3 стаціонарних джерела викидів забруднюючих речовин. Газоочисних установок в ДД СІТ ВП ЗАЕС не має. Викиди складають 0,0002 т/р.

Проммайданчик №8 – дизель-генераторна служби телекомунікації і зв'язку цеху засобів диспетчерського технологічного управління ВП ЗАЕС. Згідно інвентаризації на проммайданчику 1 джерело – дизель-генератор АСДА-200, газоочисних установок не має. Викиди складають 0,079 т/р.

Проммайданчик № 9 – станція зарядки вогнегасників енергоремонтного підрозділу ВП ЗАЕС. Згідно інвентаризації на проммайданчику 7 джерел, 2 джерела оснащені газоочисними установками – циклон ЦН-11-400, циклон ЦН-11-500. Фактична ступінь очищення склала 79,06 та 79,88 % відповідно. Викиди складають 0,149 т/р.

Проммайданчик №10 – центр підготовки ремонтного персоналу навчально-тренувального центру ВП ЗАЕС. Згідно інвентаризації на проммайданчику 2 джерела, газоочисних установок не має. Викиди складають 0,002 т/р.

Проммайданчик № 11 – ділянка по ремонту і обслуговуванню зовнішніх магістральних теплових мереж промислової зони цеху теплових і промислових комунікацій ВП ЗАЕС. Згідно інвентаризації на проммайданчику 7 джерел, газоочисних установок не має. Викиди складають 0,005 т/р.

Проммайданчик № 12 – підстанція «Радуга» цеху електричних мереж ВП ЗАЕС. Згідно інвентаризації на проммайданчику 4 джерела, газоочисних установок не має. Викиди складають 0,009 т/р.

Проммайданчик № 13 – шламонакопичувач № 2 (перша черга) хімічного цеху ВП ЗАЕС. Згідно інвентаризації на проммайданчику 1 джерело неорганізованих викидів. Викиди складають 1,484 т/р.

Проммайданчик № 14 – насосна станція подачі води на градирні гідротехнічного цеху ВП ЗАЕС. Згідно інвентаризації на проммайданчику стаціонарних джерел, з них 3 джерел з організованими викидами і 2 неорганізованих джерела, газоочисних установок не має. Викиди складають 0,018 т/р. Сумарні викиди від зовнішніх об'єктів ВП ЗАЕС за 2014 р. склали 1,750 т.

Таким чином, загальна кількість забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу на Запорізькій АЕС, складає 25,8 тон/р та не перевищує встановлених лімітів допустимих викидів [7].

В табл. 3.4 наведено обсяги викидів забруднюючих речовин стаціонарними джерелами проммайданчика ЗАЕС за 2013 – 2014 рр. [5] у відповідності з Дозволами на викиди.

Таблиця 3.4 – Викиди забруднюючих речовин в атмосферу стаціонарними джерелами проммайданчика ВП ЗАЕС [7]

Код	Забруднюючі речовини	Викинуто за 2013 р., тон	Викинуто за 2014 р., тон
00000	Усього по підприємству (без урахування діоксиду вуглецю):	10,244	11,941
01000	Метали та їх сполуки	0,024	0,018
03000	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (мікрочастинки та волокна)	5,996	3,683
04000	Сполуки азоту	1,730	3,150
05000	Діоксид та інші сполуки сірки	0,116	0,206
06000	Оксид вуглецю	0,696	1,539
11000	Неметанові леткі органічні сполуки (НМЛОС)	1,620	3,341
12000	Метан	0,000	0,000
15000	Хлор та сполуки хлору (у перерахунку на хлор)	0,060	0,002
16000	Фтор та його сполуки (у перерахунку на фтор)	0,002	0,002
18000	Фреони	-	-

Як видно, у 2013 – 2014 рр. стаціонарними джерелами проммайданчика № 1 ВП ЗАЕС викинуто в атмосферне повітря, відповідно, 10,244 і 11,941 т забруднюючих речовин.

В табл. 3.5 наведено кількісні показники обсягів викидів ЗР за 2008 – 2014 рр. Наглядно динаміку змін обсягів викидів показано на рис. 5.8.

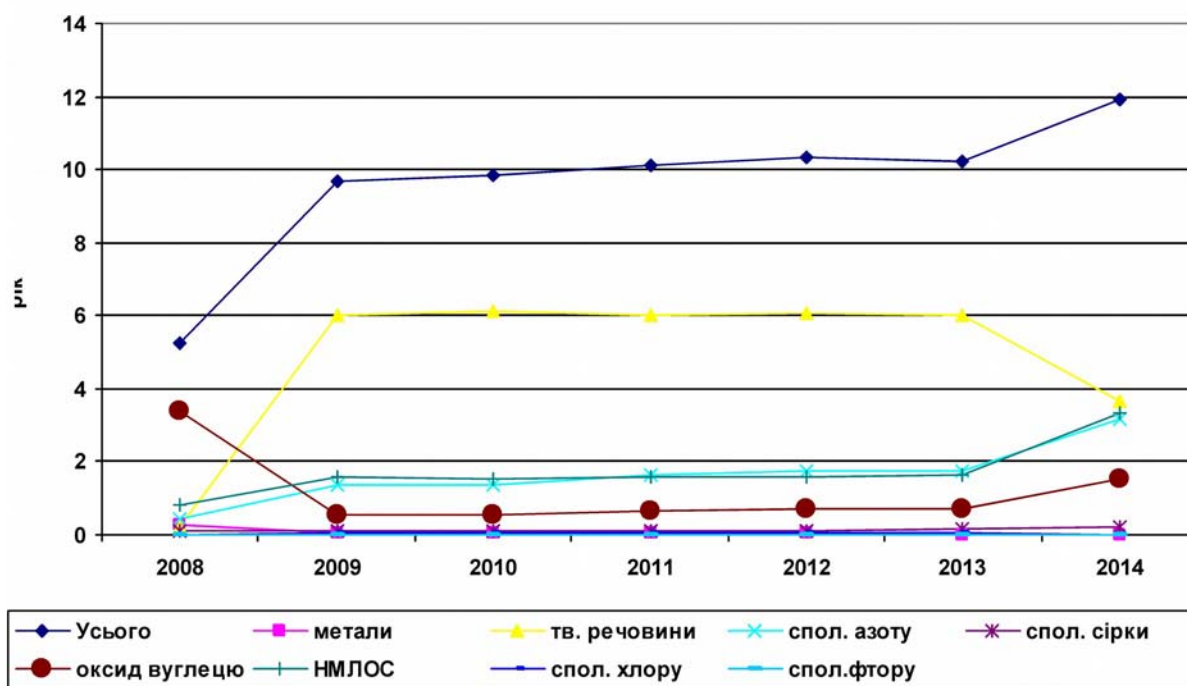


Рис. 3.5 – Динаміка обсягів викидів забруднюючих речовин ВП ЗАЕС

5.5 Вплив на ґрунти

Природних ландшафтів в зоні спостереження ВП ЗАЕС практично не існує. Всі вони перетворені людиною та використовуються для виробництва промислової та сільськогосподарської продукції. Територія, прилегла до санітарно-захисної зони, складається з дернових ґрунтів із слабо гумусованими пісками та супіщаних ґрунтів природного та штучного походження.

Відповідно до Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», Земельного Кодексу України, Закону України «Про відходи» [17 – 19], ВП ЗАЕС здійснює хімічний контроль ґрунтів в районі розташування АЕС та донних відкладень водойми-охолоджувача в узгоджених з органами СЕС контрольних точках. Для забезпечення контролю за забрудненням навколишнього природного середовища ВП ЗАЕС здійснює аналіз складу і властивостей ґрунтів:

Таблиця 3.5 – Динаміка обсягів викидів забруднюючих речовин в атмосферу стаціонарними джерелами промайданчика ВП ЗАЕС [7]

Найменування ЗР	Викид ЗР, т/р						
	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008
Усього ЗР	11,941	10,244	10,321	10,110	9,818	9,678	10,271
Метали та їх сполуки	0,018	0,024	0,047	0,029	0,037	0,034	0,298
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (мікрочастинки та волокна)	3,681	5,996	6,05	6,042	6,123	5,997	0,218
Сполуки азоту	3,151	1,730	1,742	1,633	1,353	1,376	0,419
Діоксид та інші сполуки сірки	0,207	0,116	0,115	0,110	0,099	0,094	0,087
Оксид вуглецю	1,539	0,696	0,712	0,655	0,578	0,528	3,405
Неметанові леткі органічні сполуки (НМЛОС)	3,341	1,620	1,586	1,574	1,558	1,584	0,844
Хлор та сполуки хлору (у перерахунку на хлор)	0,002	0,06	0,06	0,060	0,060	0,060	0
Фтор та його сполуки (у перерахунку на фтор)	0,002	0,002	0,009	0,007	0,010	0,005	0

- санітарно-захисної зони;
- зони спостереження;
- шламонакопичувачів;
- полігону захоронення відходів, що не утилізуються;
- складу і властивості донних відкладень (мула водойми-охолоджувача).

Одним з напрямків екологічного моніторингу в ВП ЗАЕС є лабораторний контроль стану ґрунтів в районі шламонакопичувачів № 1 і № 2 та місць розміщення відходів на полігоні захоронення неутилізованих промислових відходів (ПЗНПО).

Динаміка змін концентрацій забруднюючих речовин у ґрунті за період 2013 – 2014 рр. відображена рисунках 3.6 – 3.10.

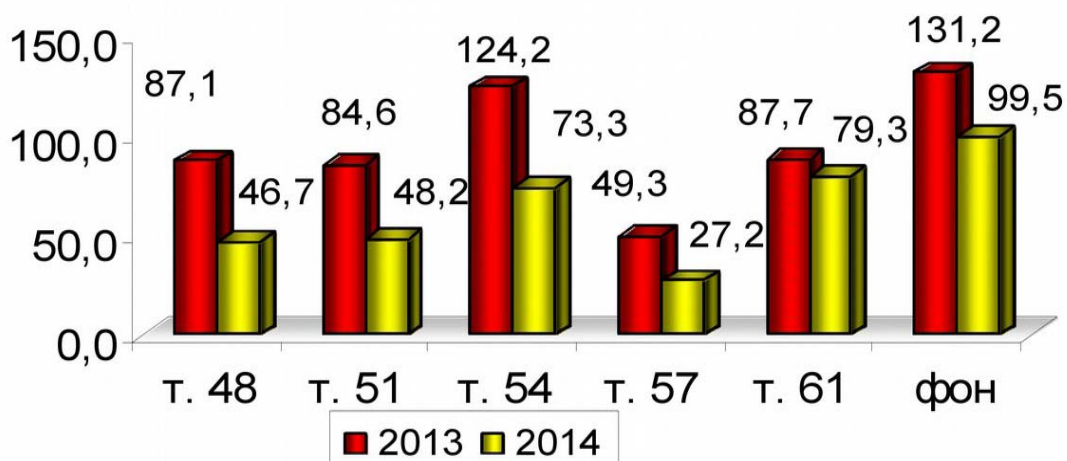


Рис. 3.6 – Динаміка зміни концентрації заліза загального в ґрунтах ПЗНПО [7].

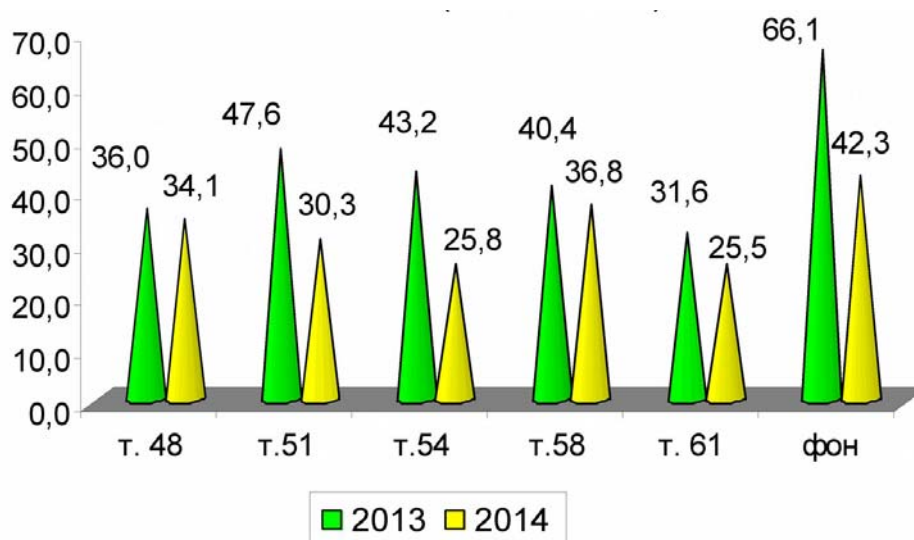


Рис. 3.7 – Динаміка зміни концентрації хлоридів в ґрунтах ПЗНПО [7].

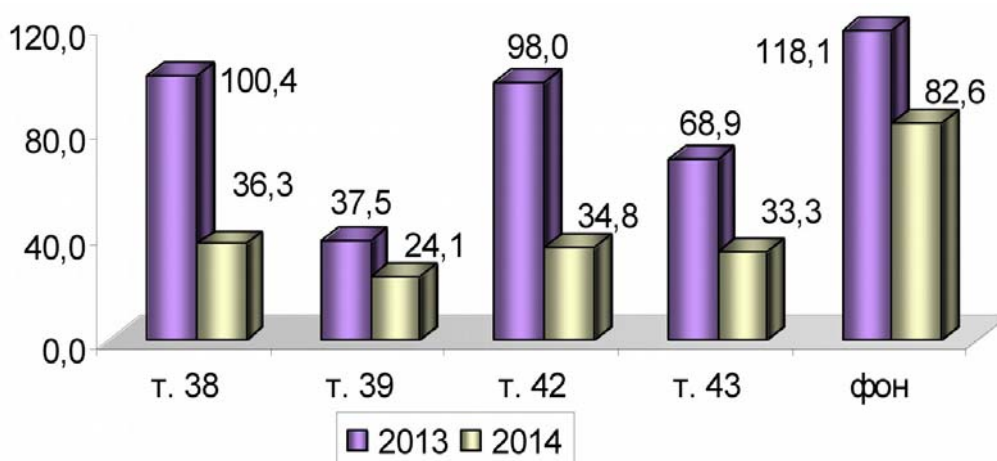


Рис3.8 – Динаміка зміни концентрації заліза загального в ґрунтах в районі шламонакопичувачів [7].

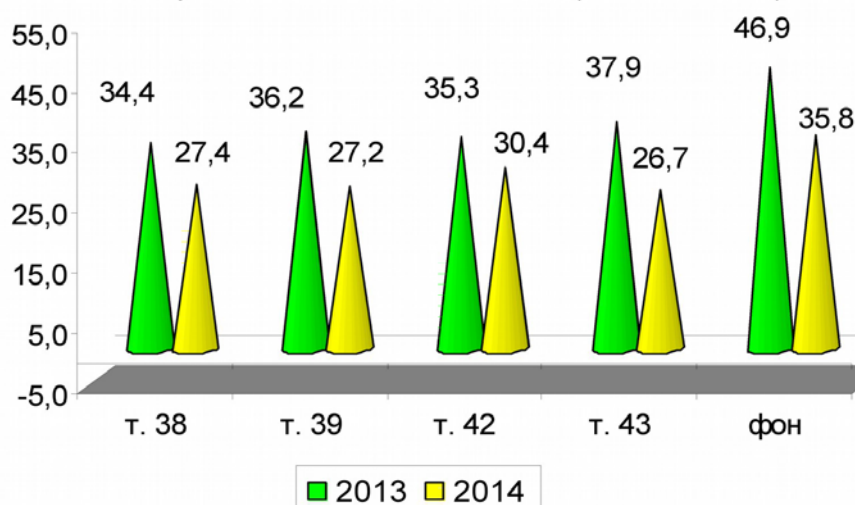


Рис. 3.9 Динаміка зміни концентрації хлоридів в ґрунтах в районі шламонакопичувачів [7].

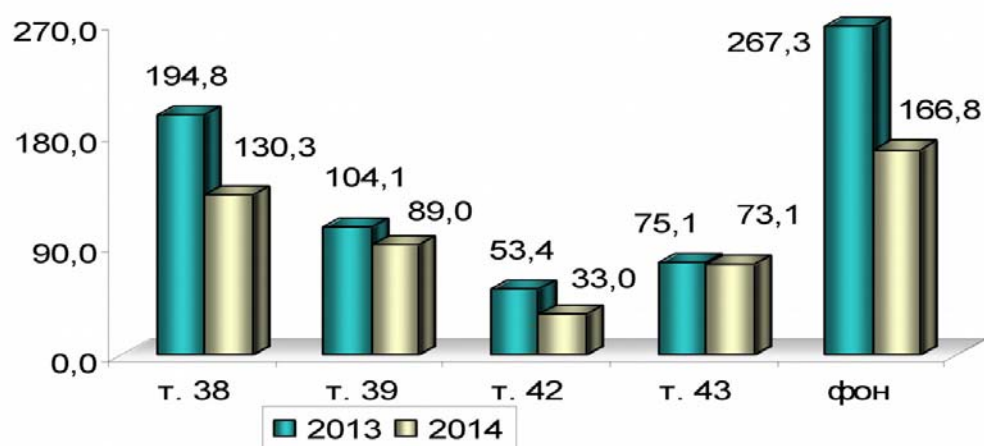


Рис. 3.10 – Динаміка зміни концентрації фосфатів в ґрунтах в районі шламонакопичувачів [7].

Результати екологічного моніторингу дають можливість об'єктивно оцінити ступінь впливу виробничої діяльності ВП ЗАЕС на стан ґрунтів в районі розташування АЕС. Аналіз багаторічних спостережень за хімічним складом і властивостями ґрунтового покриву показав, що по рухомих формам хімічних елементів, що є найбільш екологічно значимими (оскільки відповідають за швидкість міграції по харчових і ценозних ланцюжках) перевищень ГДК не виявлено. Виробнича діяльність ВП ЗАЕС не здійснює додаткового хімічного впливу на склад ґрунту території розміщення об'єктів АЕС. У зв'язку з цим заходи щодо зменшення негативного впливу виробничої діяльності станції на ґрунт не розроблялись.

5.7 Вплив на рослинний, тваринний світ та об'єкти природно-заповідного фонду

Природна рослинність території, що знаходиться в безпосередній близькості до ВП ЗАЕС типова для підзони різнотравно-ковилових степів, але до теперішнього часу збереглася тільки фрагментарно, так як основна частина прилеглої території розорана і зайнята під сільськогосподарські угіддя. Характерним для степу є ковила перистий, красивейний, пушистолостий. Крім ковилю поширені і інші злакові, серед яких тіпчіна,

метліка, пирій, тонконог, житняк. Зустрічаються природороздільні аналоги байрачних лісів, багато чагарників.

Піщані тераси зайняті насадженнями сосни. Природна рослинність збереглася в значно зміненому вигляді на укосах терасних уступів (різнотравно-типчаківі і тирсові співтовариства). Розповсюдження набула популяція різновидів амброзії. З метою боротьби з розповсюдженням передбачені та виконуються заходи по боротьбі з карантинними рослинами.

Планом ліквідацій аварійних ситуацій передбачені заходи щодо попередження та ліквідації пожеж, пов'язаних із займанням рослинності в межах проммайданчика та санітарно-захисної зони ВП ЗАЕС.

З метою контролю накопичення забруднюючих речовин в рослинності проводяться порівняльні вимірювання складу ґрунтів після сходу сніжного покриву та восени, після зів'янення рослинності. За результати вимірювань перевищень вмісту важких металів в пробах з урахуванням рослинності не встановлено.

Зміна ландшафту в результаті заміни лісочагарників і лугових угідь водною поверхнею (Каховське водосховище) значно вплинуло на тваринний світ річкових долин. Змінилося співвідношення видів в характерних біотопах, дещо змінилися і самі біотопи. Найбільш пристосувалися до життя в даному регіоні: ховрах, мишоподібні гризуни, їжак вухатий і звичайний заєць-русак. З плазунів найбільш поширені ящірки живородна та прудка, з рептилій – вуж звичайний і водний, змії мідянка, полоз чотирисмуговий, жовтобрюх, полоз візерунковий. Із земноводних найбільш характерні жаба озерна і гостроморда.

Зміни в рослинному покриві 30-км зони Запорізької АЕС переважно спричинені розвитком сільського господарства. Вони відбулися задовго до початку будівництва, тому сама станція і її водойма-охолоджувач не нанесли скільки-небудь істотних змін видовому складу і рослинним угрупованням регіону. Завданий будівництвом збиток рослинності був зменшений шляхом проведення заходів щодо озеленення території АЕС і навколо неї.

Ознак аномального розвитку і росту більшості видів флори регіону знайдено не було, дигресивні зміни обумовлені рекреаційною, сільськогосподарською (пасовищним), техногенною дією. Випадків мутагенних впливів діяльності станції на флору регіону знайдено не було.

У межах 30-ти кілометрової зони ЗАЕС ендемічних видів тварин не зафіксовано, але існує ряд видів, які або вже зникли з регіону, або їх чисельність скорочується. В першу чергу це стосується видів степового комплексу, практично знищеного в регіоні.

Річка Дніпро та Каховське водосховище повністю забезпечує кормами ті види птахів, основу живлення яких складають корми при будь-якому стані рівня води (личинки, комарі, дрібна риба).

Зона спостереження Запорізької АЕС характеризується наступними тенденціями стосовно рослинного та тваринного світу:

- зменшення кількості видів птахів (передбачається, що це пов'язано зі зменшенням перелітних видів);
- розростання урбанізованих територій, а отже, і зменшення природних ареалів;
- можливе впровадження нових сільськогосподарських культур;
- зменшення лісового покриву через ерозійні процеси;
- збільшення площі заповідних територій (парків, заповідників) в результаті державної політики.

Жодне з перерахованих зрушень не пов'язане з експлуатацією Запорізької АЕС.

Таким чином, за нормальних умов експлуатації Запорізька АЕС не здійснює негативного радіаційного або хімічного впливу на флору, фауну та заповідні об'єкти.

У випадку аварії на АЕС та залежно від природи аварії представники рослинного та тваринного світу в оточуючих районах можуть зазнати відповідного радіаційного впливу [7].

4 ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ НА ЗАПОРІЗЬКІЙ АЕС

Відпрацьоване ядерне паливо (ВЯП), що утворюється під час виробництва енергії в атомних реакторах, є одним із найважливіших компонентів виробничого циклу АЕС.

Після експлуатації в активній зоні реакторів (досягнення проектної глибини вигорання), ВЯП відвантажується в приреакторні басейни витримки, де зберігається протягом 4 – 5 років для зменшення радіоактивності і залишкового тепловиділення.

Після охолодження в басейнах витримки, ВЯП відвантажується в спеціальні контейнери, які забезпечують безпеку його транспортування.

Сучасний стан атомної енергетики в світі на даному рівні розвитку науки та техніки не дозволяє прийняти однозначні остаточні рішення щодо наступного поводження з ВЯП. В світовій практиці існує декілька підходів до цього питання [21]:

- Відкладене рішення передбачає довготермінове зберігання ВЯП, що дає можливість прийняти остаточне рішення щодо поводження з ним в подальшому, беручи до уваги майбутні технології та економічні фактори. Шляхом відкладеного рішення пішли такі країни, як Аргентина, Данія, Іспанія, Канада, Литва, Німеччина, Норвегія, Південна Корея, Польща, Словаччина, Угорщина, Чехія та Хорватія;
- Переробка ВЯП надає можливість одержання з нього компонентів та речовин, використання яких економічно доцільне (зокрема, уран і плутоній, що надалі використовуються для виготовлення МОХ-палива для теплових реакторів чи палива для реакторів на швидких нейтронах), та значного скорочення загальної кількості відходів для захоронення. Переробка можлива як місцева (Великобританія, Індія, Росія, Франція, Японія), так і переробка в інших країнах з поверненням

високоактивних відходів до країни-виробника ВЯП (Австрія, Болгарія, Греція, Нідерланди, Швейцарія);

- Захоронення – ВЯП після технологічної витримки і кондиціонування відправляється на остаточне захоронення до підземного (геологічного) сховища, спроектованого таким чином, щоб утримувати продукти радіоактивного розпаду та актиноїди протягом часу, необхідного для запобігання будь-яких небезпечних для навколишнього середовища впливів (США, Фінляндія та Швеція).

Проектними рішеннями ЗАЕС із реакторами ВВЕР-1000 був передбачений вивіз відпрацьованого ядерного палива, після 3-х річної витримки в басейнах витримки, у стаціонарне сховище (Росія). Однак ще при СРСР стало зрозуміло, що через обмеженість сховища, відсутність можливості його розширення, а також відсутність можливості на найближчу перспективу будівництва заводу з переробки відпрацьованого ядерного палива виникнуть проблеми з підтримки життєздатності АЕС при неухильному забезпеченні безпечної експлуатації.

Для вирішення цієї проблеми було побудовано сухе звалище ВЯП на промплощадці АЕС.

Промислову експлуатацію сухого сховища ВЯП Запорізької АЕС розпочато 10 серпня 2004 р. Його проектний обсяг – 380 контейнерів, у яких зберігатимуться опромінені паливні зборки за весь термін експлуатації станції. Станом на початок 2014 року на майданчику сховища встановлено 115 контейнерів [7].

Майданчик сухого сховища ВЯП розташований в північно-східній частині території Запорізької АЕС. Вибір місця розміщення і будівництво сухого сховища ВЯП були здійснені згідно діючим нормативно-правовим документам .

Система сухого зберігання відпрацьованого ядерного палива включає в себе наступні основні і допоміжні зони та системи.

Основні зони: зона завантаження, зона транспортування, зона зберігання (короткий опис див. нижче).

Допоміжні зони та системи:

- Зона ремонту і обслуговування устаткування сухого сховища ВЯП розташована в блоці центральних ремонтних майстерень зони строгого режиму, що знаходяться в існуючому спецкорпусі № 2.
- Місця зберігання транспортно-технологічного обладнання сухого сховища ВЯП призначені для зберігання обладнання, передбачені і розташовані в основних зонах з урахуванням технологічної приналежності обладнання і технології його використання.
- Система дезактивації призначена для дезактивації перевантажувального контейнера та кошика. Згідно проекту сухого сховища ВЯП ЗАЕС використовуються існуючі системи дезактивації контейнерів ТК-13, наявні в реакторних відділеннях енергоблоків.
- Інформаційно-вимірювальна система радіаційного контролю, блоки детектування якої знаходяться по периметру майданчика сухого сховища ВЯП. Із внутрішньої сторони РЗС і інформаційно-вимірювальна система «Кільце» (ІВС «Кільце»), блоки детектування якої знаходяться по периметру майданчика ССВЯП: із зовнішньої сторони РЗС.
- Система температурного контролю, яка забезпечує контроль перепаду температури повітря між вхідними та вихідними вентиляційними каналами ВКЗ.

На першій черзі сухого сховища ВЯП була реалізована система контролю температури в ручному режимі. Починаючи із другої черги сухого сховища ВЯП (з 101 ВКЗ) реалізована система дистанційного контролю температури (СДКТ). На стадії завершення перебуває реалізація технічного рішення щодо переведення ВКЗ першої черги на СДКТ [7].

До допоміжних систем відносяться також системи енергопостачання споруджень і обладнання сухого сховища ВЯП, а також система відводу дощових вод з майданчика сухого сховища ВЯП.

Крім перелічених допоміжних систем забезпечення передбачене проектом використання в зоні завантаження існуючої системи вентиляції і кондиціонування повітря, а також системи подачі відфільтрованої борованої води, стисненого повітря, спецканалізації, видалення радіоактивних відходів і енергопостачання.

Зона завантаження призначена для безпечного завантаження ВТВЗ у кошик, виконання транспортно-технологічних операцій з герметизації, дренажування, вакуумної сушки і заповнення БГК гелієм, а також – встановлення БГК у вентильований бетонний контейнер. Зона завантаження-вивантаження розташована в реакторних відділеннях енергоблоків і включає наступні приміщення: центральний зал, перевантажувальний колодязь басейну витримки, шахту дезактивації, транспортний коридор, транспортний проріз гермооболонки реакторного відділення.

Завантаження кошиків здійснюється з використанням існуючого загальноблокового устаткування і обладнання поводження з ВТВЗ. Крім цього в зоні завантаження використовуються:

- герметичний кошик зберігання ВТВЗ;
- перевантажувальний контейнер;
- вентильований бетонний контейнер зберігання ВБК;
- допоміжне устаткування (система вакуумного сушіння, напівавтоматична зварювальна система для заварки кошиків).

Кошик зберігання являє собою герметично закриту ємність, розраховану для розміщення 24 ВТВЗ реактора типу ВВЕР-1000. На першому етапі кошик зберігання встановлюється в перевантажувальний контейнер, який на другому етапі поміщається в басейн витримки. На третьому етапі проводиться завантаження ВТВЗ у кошик і встановлення захисної кришки. Далі перевантажувальний контейнер із БГК, завантажений ВТВЗ,

транспортується в зону дезактивації, де проводиться видалення води, приварювання кришок, вакуумна сушка і заповнення кошика гелієм. На заключному етапі кошик зберігання поміщається в бетонний контейнер, який вивозиться на майданчик зберігання [7].

Передбачені заходи, що забезпечують мінімальні дози опромінення персоналу:

- завантаження кошика відпрацьованим паливом проводиться автоматично дистанційно-керованою перевантажувальною машиною під захисним шаром води в басейні витримки, що забезпечують допустиму потужність дози в приміщенні центрального залу;
- усі операції по транспортуванню завантаженого кошика в реакторному відділенні здійснюються в захисному перевантажувальному контейнері, при цьому забезпечується допустима потужність дози на його зовнішній поверхні;
- конструкція захисної кришки забезпечує допустиму потужність дози випромінювання при виконанні робіт із приварюванні кришок кошика;
- зварювання проводиться за допомогою зварювального автомата, що вимагає мінімального настроювання оператором.

Зона транспортування. У зону транспортування входить мережа автомобільних доріг, по яких здійснюється транспортування ВБК, ПК, БГК на енергоблоки і ВКЗ-ВВЕР на майданчик сухого сховища ВЯП.

Маршрут транспортування обраний по найкоротшій відстані, виходячи з використання існуючих автомобільних доріг для безпосереднього під'їзду до майданчика ССВЯП. Загальна довжина маршруту – 1,7 км.

Зона зберігання призначена для безпечного зберігання завантажених ВТВЗ у ВКЗ-ВВЕР протягом не менше 50 років. Розташована в межах проммайданчика АЕС.

Зона зберігання включає майданчик зберігання, утворену залізобетонною плитою, призначеною для установлення ВКЗ-ВВЕР. Навколо зони зберігання зведене радіаційно-захисне спорудження, яка представляє бетонну стінку, що складається з монолітних залізобетонних конструкцій висотою 5,5 м і товщиною 0,3 м. Зона зберігання має самостійний контур фізичного захисту.

Плита майданчика зберігання ВТВЗ товщиною 1,0 м виготовлена з монолітного бетону і має розміри 186 х 64 м. Плита розрахована на установлення контейнерів вагою 150 т з кроком 4,5 м і навантаження від транспортера, що рухається.

Для організації видалення дощових вод з поверхні плити верхнє покриття має ухили, спрямовані від поздовжньої осі майданчики зберігання до її бічних сторін, де розташовані лотки каналізації.

Майданчик сухого сховища ВЯП розрахований на розміщення 380 контейнерів (приблизно 9000 ВТВЗ). Контейнери встановлюються на майданчику рядами у вертикальному положенні.

Середня інтенсивність вивозу контейнерів на майданчик сухого сховища ВЯП становить приблизно 12 ВКЗ-ВВЕР у рік [7].

4.1 Утворення нерадіоактивних відходів

В результаті своєї виробничої діяльності Запорізька АЕС напрацьовує наступні типи нерадіоактивних відходів [7].

Перший клас небезпеки: відпрацьовані люмінесцентні лампи, відпрацьовані нормальні елементи, відпрацьовані термометри, що містять ртуть тощо.

Другий клас небезпеки: відходи від технологічних процесів виробництва і розподілу енергії електричної, газу, пари та гарячої води, не позначені іншим способом (тара від небезпечних хімічних речовин); батареї та акумулятори інші зіпсовані або відпрацьовані; батареї нікелево-кадмієві

зіпсовані або відпрацьовані (у т.ч. ліхтар); відходи матеріалів допоміжних і речовин, які використовують в енергетиці (прострочені хімічні реактиви).

Третій клас небезпеки: відпрацьовані нафтопродукти (шламо- та пастоподібні), відпрацьоване масло, відпрацьовані мастила (пастоподібні), промаслений пісок, відпрацьовані промаслені автомобільні фільтри, фарби, емалі, лаки, чорнила, речовини для склеювання зіпсовані або відпрацьовані, їх залишки, що не можуть бути використані за призначенням (прострочена фарба).

Четвертий клас небезпеки: відпрацьоване промашене ганчір'я, тара з-під фарби (твердий – бочки та банки), тара з-під мастил (твердий – бочки та банки), відпрацьовані шини з металевим кордом (твердий), брухт чорних металів, брухт кольорових металів, макулатура, препарати та речовини фармацевтичні (у т. ч. ветеринарні), засоби і товари лікарські (у т.ч. аерозолі), їх залишки зіпсовані, прострочені або не ідентифіковані (прострочені таблетки калію йодид), засоби захисту від хімічних або бактеріальних аерозолів зіпсовані або відпрацьовані (протигази тощо), одяг захисний зіпсований, відпрацьований чи забруднений (відпрацьовані гідрокостюми), бій скла, будівельні відходи (твердий), бій фарфорових ізоляторів (твердий), відходи комунальні змішані (твердий), відпрацьовані іонообмінні смоли (твердий), відходи після гасіння вапна (твердий) тощо.

4.2 Поводження з РРВ при експлуатації енергоблоків ЗАЕС

Рідкі радіоактивні відходи (РРВ) обробляються у 2 етапи. Початкове випаровування проходить у двох спеціальних корпусах. Концентрований розчин, що формується в результаті цього випаровування, направляється у тимчасове сховище. З цього сховища залишки направляються до установок глибокого випаровування.

Поквартальні та річні обсяги утворення рідких радіоактивних відходів на Запорізькій АЕС за 2008 – 2013 рр. наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Обсяги рідких радіоактивних відходів, утворених на Запорізькій АЕС за 2008 – 2013 рр. [7]

Квартали	Утворення рідких радіоактивних відходів, м ³					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1	210	194,2	212	152,1	177	198,1
2	275	284	224,1	243	234	188,1
3	300,8	227,4	311,1	328,3	248	203,8
4	230,3	147,88	165,6	191,6	155	218
За рік	1016,1	853,48	912,8	915	814	808

4.3 Поводження з ТРВ при експлуатації енергоблоків

Тверді радіоактивні відходи (ТРВ) розподілено на 3 категорії згідно рівням їх радіоактивності:

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

Радіоактивні відходи категорій 1 та 2 зберігаються в бетонних ємностях сховищ, місткість яких розрахована виходячи з наступних критеріїв:

- період зберігання: до початку виведення з експлуатації енергоблока;
- можливість майбутнього переміщення та захоронення;

- зберігання вогнебезпечних та вогнебезпечних відходів у пластикових мішках;
- зберігання спеціалізованих вентиляційних фільтрів без попередньої обробки.

Відходи категорії 3 зберігаються у відповідних сховищах енергоблоків. Їх місткість визначена таким чином, щоб її вистачило на строк експлуатації АЕС.

Поквартальні та річні обсяги ТРВ за 2012 та 2013 рр., що були утворені на Запорізькій АЕС, наведені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Обсяги твердих радіоактивних відходів, утворених за 2012 – 2013 рр. на Запорізькій АЕС [7]

	2012					2013				
	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	За рік	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	За рік
Обсяги утворених ТРВ, м ³	121,4	193,0	210,8	173,5	698,7	192,6	186,6	222,0	183,3	784,4
1-а категорія	120,9	173,4	190,1	168,7	653,2	188,4	181,0	198,2	174,9	742,6
2-а категорія	0,2	19,5	20,1	4,05	43,9	3,8	5,0	22,12	8,4	39,3
3-я категорія	0,27	0,06	0,58	0,68	1,58	0,41	0,52	1,58	0,01	2,51

4.4 Поводження з небезпечними та загальнопромисловими відходами

Поводження з відходами на Запорізькій АЕС здійснюється у відповідності з встановленими дозволами та ліцензіями.

Відходи четвертого класу, окрім шин, розміщують на двох спеціально відведених звалищах та шламонакопичувачі. Всі інші відходи (класи 1 – 3) відправляють на переробку згідно підписаним договорам.

Річні обсяги відходів четвертого класу, складають близько 10000 тон. Основне сміттєзвалище Запорізької АЕС вміщує 45000 м³ відходів. Воно було введене в експлуатацію в 1996 р. і розроблялося для розміщення відходів четвертого класу (зокрема, будівельних відходів, відпрацьованих теплоізоляційних матеріалів та піскоподібних абразивних матеріалів).

Звалище розташоване на схід від території розподільчого пристрою на 750 кВ і відділене парканом з колючої проволочки (територія 16 га). Доступ до звалища лежить через ворота з тимчасовим пропускним пунктом, поєднаним із приміщенням для чергового персоналу та протипожежного обладнання.

Шламонакоплювач на Запорізькій АЕС було введено в дію в грудні 1984 р. Його проектний об'єм 206600 м³. Зона шламонакоплювача укріплена непроникним асфальтобетонним екраном, оточеним шаром супесі.

Обсяги утворених в 2012 – 2014 рр. відходів по класах небезпеки і в загальній кількості наведені в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Утворення відходів на ЗАЕС в 2012 – 2014 рр. (т) [7]

Клас небезпеки	2012 р.	2013 р.	I квартал 2014 р.	II квартал 2014 р.	III квартал 2014 р.
1 клас	7,378	7,680	3,823	5,815	7,299
2 клас	10,941	9,993	3,028	4,253	5,208
3 клас	92,326	103,665	11,990	139,472	204,785
4 клас	11840,174	10730,829	990,603	3263,458	5207,426
Усього	11950,818	10852,168	1009,444	3412,998	5424,718

ВИСНОВКИ

Запорізька АЕС – найбільша в Європі і в Україні атомна електростанція. Щороку станція генерує 40 – 42 млрд.кВт·год електроенергії, що становить п'яту частину загальнорічного виробництва електроенергії в державі та половину її виробництва на АЕС України.

До складу ЗАЕС входить 6 енергоблоків типу ВВЕР-1000/В-320. Їх сумарна електрична потужність становить 6000 МВт. Енергоблоки введені в експлуатацію з 1984 по 1995 рр. Проектний термін експлуатації кожного енергоблока складає 30 років.

В основу проекту ЗАЕС покладений принцип модульного компонування: в кожному енергоблоці окрім систем нормальної експлуатації передбачені всі системи, що забезпечують радіаційну і ядерну безпеку блоку, а також аварійне зупинення, розхолодження, відведення залишкових тепловиділень незалежно від режиму роботи інших енергоблоків.

Робота реактора ВВЕР-1000 базується на регульованій ланцюговій реакції поділу ядер ^{235}U , що входять до складу ядерного палива. Енергоблок працює за двоконтурною схемою: перший контур (радіоактивний) - водяний, який безпосередньо відбирає тепло від реактора; другий контур (нерадіоактивний) - паровий, який отримує теплову енергію від першого контуру і перетворює її в механічну енергію обертання турбіни, а потім в електричну в турбогенераторі. Як і в будь-якій паротурбінній електростанції термодинамічні обмеження дозволяють перетворювати тільки одну третину теплової енергії у вигляді пару в електричну енергію. Скидання низькопотенційної енергії пари, яка відпрацювала в турбінах, здійснюється через систему водяного охолодження.

Основними видами можливого впливу на навколишнє середовище при роботі АЕС є радіаційний, хімічний і фізичний вплив. В умовах нормальної експлуатації енергоблоків значущими (за зменшенням значущості) є

тепловий, хімічний і радіаційний вплив. В малоймовірних, але теоретично можливих випадках максимальної проектної або запроектої аварій радіаційний вплив стає домінуючим.

Тепловий вплив на навколишнє середовище можливий від теплових вентиляційних викидів в атмосферу та теплових скидів при роботі гідротехнічних споруд (бризкальних басейнів системи технічного водопостачання та охолоджувачів теплообмінного встаткування конденсаторів турбін).

Температурний режим гідротехнічних споруд (водойма-охолоджувач, бризкальні басейни та градирні), крім природних факторів, визначається кількістю працюючих енергоблоків. Вплив продувки водойми-охолоджувача АЕС на гідротермічний режим Каховського водосховища є незначним та полягає у додатковому тепловому навантаженні на воду водосховища.

Джерелами хімічного впливу ЗАЕС на навколишнє середовище є періодичні нерадіоактивні викиди і скиди, що виникають в об'єктах і спорудах на проммайданчику, та мають в своєму складі хімічні елементи і речовини. У повітряне середовище надходять газо-аерозольні нерадіоактивні викиди від допоміжних споруд і виробничих приміщень. Хімічний вплив ЗАЕС на Каховське водосховище можливий при водовипусках із водойми-охолоджувача (продувка) і фільтрації через тіло греблі. Підживлення водойми-охолоджувача здійснюється зі скидного каналу Запорізької ТЕС.

Загальна кількість забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу на Запорізькій АЕС складає близько 26 т/рік. Основними джерелами викидів забруднюючих речовин на Запорізькій АЕС є аварійні дизельні генератори та технологічний транспорт. Більше 50 % оксиду вуглецю та 40 % вуглеводнів потрапляє в повітря від транспортних засобів. Внесок Запорізької АЕС до загального обсягу техногенних викидів небезпечних речовин в межах зони спостереження незначний.

Рівень вмісту забруднюючих речовин в ґрунтах в районі розміщення об'єктів ВП ЗАЕС не перевищує фонових значень. Вміст рухомих форм

важких металів, які є найбільш екологічно значущими формами, не перевищує встановлені ГДК.

В процесі експлуатації АЕС неминучим є утворення газоподібних, твердих і рідких продуктів, що містять в своєму складі радіоактивні елементи. Радіаційний вплив енергоблока пов'язаний з їх виходом в навколишнє середовище. Надходження цих видів радіоактивних відходів в навколишнє середовище при нормальних умовах експлуатації, проектних аваріях і найбільш імовірній запроектній аварії практично виключається.

Відпрацьоване ядерне паливо, що утворюється після експлуатації свіжого палива в активній зоні реакторі, після досягнення проектної глибини вигорання, вивантажується в приреакторні басейни витримки, де зберігається протягом 4 – 5 років для зменшення радіоактивності і залишкового тепловиділення. Після охолодження в басейнах витримки, відпрацьоване ядерне паливо відвантажується в спеціальні контейнери, які забезпечують безпеку його транспортування, та направляється до сховища відпрацьованого палива.

В 2004 р. на Запорізькій АЕС введено в промислову експлуатацію сухе сховище відпрацьованого ядерного палива зі строком експлуатації 50 років.

Отже, вплив роботи Запорізької АЕС на об'єкти навколишнього природного середовища в районі розташування станції в межах установленого допустимого рівня.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Енергетична стратегія України на період до 2030 року: Стратегія від 24.07.2013 № 1071 // База даних «Законодавство України» / Кабінет Міністрів України. URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13> (дата звернення: 20.03.2017).
2. Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку: Закон України від 08.02.1995 № 39/95-ВР // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/39/95-вр> (дата звернення: 23.03.2017).
3. Нечаєва Т.П., Шульженко С.В., Сас Д.П., Парасюк М.В. Фактори екологічного впливу електроенергетичних об'єктів на довкілля // Проблеми загальної енергетики. 2008. № 18. С. 54 – 60.
4. Пасечник В.М. Мирное использование атомной энергии. Київ: Знание, 1998. 247 с.
5. Розвиток ядерної енергетики в Україні. Необхідність, переваги та недоліки: науково-технічна конференція "Енергетика майбутнього в Україні; альтернативність, ефективність, безпека", АР Крим, смт Миколаївка / В. М. Васильченко [и др.] // Енергетика та електрифікація: Науково-виробничий журнал. 2013. № 2. С. 45 – 49.
6. Клименко Л.П., Соловйов С.М., Норд Г.Л. Системи технологій: Навчальний посібник. Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. Петра Могили, 2007. 600 с.
7. Звіт про екологічний аудит ВП «Запорізька АЕС» / Міністерство енергетики та вугільної промисловості України // ДП «Державний науково-інженерний центр систем контролю та аварійного регулювання». – Київ, 2015. 484 с.

8. Топольницький М. В. Атомні електричні станції: Підручник для вузів. Л.: Бескид Біт, 2005. 524 с.
9. Маргулова Т.Х., Порушко Л.А. Атомні електричні станції. Підручник для технікумів. М.: Энергоиздат, 1982. 264 с.
10. Дементьев Б.А. Ядерні енергетичні реактори: Підручник для вузів. М.: Энергоатомиздат, 1984. 280 с.
11. Кашеев У.П. Ядерні енергетичні установки: Навчальний посібник для вузів. Мн.: Выш. шк., 1989. 223 с.
12. Стерман Л.С., Лавыгин В.М., Тишин С.Г. Тепловые и атомные электрические станции: Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению «Теплоэнергетика». М.: Изд-во МЭИ, 2000. 265 с.
13. Шевцов А.І., Земляний М.Г., Бараннік В.О. Енергетика України на шляху до Європейської інтеграції // Нац. ін.-т стратег. дослідж., Дніпропетр. філія. Днепропетровськ: Журвод, 2004. 160 с.
14. Бадев В.В., Егоров Ю.А., Козаків С.В. Охорона навколишнього середовища при експлуатації АЕС. Москва: Энергоатомиздат. 1990. 354 с.
15. Актуальні проблеми науково-технічного супроводу безпечного функціонування та розвитку ядерно-енергетичного комплексу України / Віктор Воєводін // Вісник Національної Академії наук України. 2014. № 8. С. 25 – 32.
16. Про затвердження Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами: Кабінет Міністрів України; Постанова, Правила від 25.03.1999 № 465 // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/465-99-%D0%BF> (дата звернення: 22.03.2017).
17. Санітарні правила проектування і експлуатації АЕС: СПАЕС-88 (АЕС-88). URL: <http://www.budinfo.org.ua/doc/1813628/SPAES-88-DNAOP-03-1-73-79-Sanitarni-pravila-proektuvannia-i-ekspluatatsii-AES-SPAES-88> (дата звернення: 22.03.2017)

18. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25.06.1991 № 1264-XII // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1264-12> (дата звернення: 22.03.2017).
19. Земельний Кодекс України: Закон України від 25.10.2001 № 2768-III // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2768-14> (дата звернення: 22.03.2017).
20. Про відходи: Закон України від 05.03.1998 № 187/98-ВР // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/187/98-вр> (дата звернення: 22.03.2017).
21. Доповідь про стан ядерної та радіаційної безпеки в Україні у 2014 році / Державна інспекція ядерного регулювання України. URL: <http://www.snrc.gov.ua/nuclear/doccatalog/document?id=285032> (дата звернення: 23.03.2017).