

УДК 911.53

**Ю. В. ЯЦЕНТЮК**, канд. геогр. наук, доц.

*Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського*

вул. Острозького 32, м. Вінниця, 21027

[yatsentyuk@gmail.com](mailto:yatsentyuk@gmail.com)

## ПАРАДИНАМІЧНА АНТРОПОГЕННА ЛАНДШАФТНА СИСТЕМА ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ АТОМНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

**Мета.** Розглянути Хмельницьку атомну електростанцію (ХАЕС) разом із сферою її впливу на навколишнє природне середовище у вигляді єдиної парадинамічної антропогенної ландшафтної системи (ПАЛС). **Методи:** польові, літературно-картографічний, аналітико-картографічного аналізу, логічні, знаходження емпіричних залежностей, теоретичного узагальнення. **Результати.** Проаналізовано вплив ХАЕС на атмосферне повітря, поверхневі та підземні води, ґрунтовий покрив, живі організми. Виділено та охарактеризовано парадинамічні антропогенні ландшафтні зони повітряного, кліматичного, гідрологічного, гідрогеологічного, мінерального та біотичного впливів Хмельницької атомної електростанції на навколишнє природне середовище. **Висновки.** Виявлено, що внаслідок будівництва та функціонування Хмельницької атомної електростанції сформувалась ПАЛС. У її структурі виділено парадинамічні антропогенні ландшафтні зони повітряного, кліматичного, гідрологічного, гідрогеологічного, мінерального та біотичного впливів електростанції на навколишнє природне середовище. У результаті парадинамічних зв'язків джерел забруднення ХАЕС із ландшафтними комплексами прослідковується диференціація впливу на різні компоненти природи.

**Ключові слова:** навколишнє природне середовище, парадинамічна антропогенна ландшафтна зона, забруднення

**Yatsentyuk Yu. V.**

*Vinnitsia State Mykhaylo Kotsybynskiy Pedagogical University*

## PARADYNAMIC ANTHROPOGENIC LANDSCAPE SYSTEM OF THE KHMEL'NITSKIY NUCLEAR POWER PLANT

**Purpose.** Consider the Khmel'nitskiy nuclear power plant (KNPP) with the scope of its impact on the environment as a single paradyamic anthropogenic landscape system (PALS). **Methods:** field, literary and cartographic, analytical and cartographic analysis, logic, finding of empirical relationships, theoretical generalization. **Results.** The processes of formation and functioning of the paradyamic anthropogenic landscape system are described based on the KNPP. The influence of power plant on the air, surface and ground water, the soil, living creatures is analyzed. The paradyamic anthropogenic landscape zones of air, climatic, hydrological, hydrogeological, mineral and biotic effects of Khmel'nitskiy nuclear power plant on the environment are defined and characterized. **Conclusions.** Found that due to the construction and functioning of Khmel'nitskiy nuclear power plant the PALS was formed. The paradyamic anthropogenic landscape zones of air, climatic, hydrological, hydrogeological, mineral and biotic effects of nuclear power plant on the environment are defined in its structure. Power station carries out differently effect on the components of nature.

**Keywords:** the environment, paradyamic anthropogenic landscape zone, pollution

**Яцентюк Ю. В.**

*Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського*

## ПАРАДИНАМИЧЕСКАЯ АНТРОПОГЕННАЯ ЛАНДШАФТНАЯ СИСТЕМА ХМЕЛЬНИЦКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

**Цель.** Рассмотреть Хмельницкую атомную электростанцию (ХАЭС) вместе со сферой ее влияния на окружающую среду в виде единой парадинамической антропогенной ландшафтнoй системы (ПАЛС). **Методы:** полевые, литературно-картографический, аналитико-картографического анализа, логические, нахождение эмпирических зависимостей, теоретического обобщения. **Результаты.** Проанализировано влияние ХАЭС на атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почвенный покров, живые организмы. Выделены и охарактеризованы парадинамические антропогенные ландшафтнoе зоны воздушного, климатического, гидрологического, гидрогеологического, минерального и биотического воздействий Хмельницкой атомной электростанции на окружающую среду. **Выводы.** Виявлено, что в результате строительства и функционирования Хмельницкой атомной электростанции сформировалась ПАЛС. В ее структуре выделены парадинамические антропогенные ландшафтнoе зоны воздушного, климатического, гидрологического, гидрогеологического, минерального и биотического воздействий электростанции на окружающую среду. В результате парадинамических связей источников загрязнения ХАЭС с ландшафтными комплексами прослеживается дифференциация влияния на различные компоненты природы.

**Ключевые слова:** окружающая природная среда, парадинамическая антропогенная ландшафтнaя зона, загрязнение

### Вступ

У результаті створення та функціонування промислових підприємств докорінних змін зазнають усі природні компоненти. Це призводить до зменшення біотичного і ландшафтного різноманіття, погіршення умов існування та стану здоров'я населення, підвищення рівня смертності. Особливо помітні ці зміни навколо атомних електростанцій. Тому дослідження впливу останніх на стан навколишнього природного середовища є актуальним.

Вплив Хмельницької атомної електростанції на навколишнє природне середовище постійно знаходиться в полі зору вчених. Цьому питанню присвячено багато наукових праць. Серед них найбільш відомими є джерела [1-5]. Проте, дослідження ХАЕС разом із сферою її впливу на навколишнє природне середовище у вигляді єдиної парадинамічної антропогенної ландшафтної системи раніше не проводились. Такий підхід дозволяє найкраще виявити причини та механізми виникнення екопроблем, можливості поліпшення та запобігання погіршенню стану довкілля.

Мета публікації – розглянути ХАЕС разом із сферою її впливу на навколишнє природне середовище у вигляді єдиної парадинамічної антропогенної ландшафтної системи.

Об'єктом дослідження є парадинамічна антропогенна ландшафтна система Хмельницької атомної електростанції. Під час проведення досліджень нами були використані такі методи: польові (ключові, маршрутні та площадні), літературно-картографічний, аналітико-картографічного аналізу, логічні (синтезу, аналізу, абстракції), знаходження емпіричних залежностей, теоретичного узагальнення.

Об'єктом дослідження є парадинамічна антропогенна ландшафтна система Хмельницької атомної електростанції. Під час проведення досліджень нами були використані такі методи: польові (ключові, маршрутні та площадні), літературно-картографічний, аналітико-картографічного аналізу, логічні (синтезу, аналізу, абстракції), знаходження емпіричних залежностей, теоретичного узагальнення.

### Результати досліджень

ХАЕС знаходиться у м. Нетішин Хмельницької області та є найпотужнішим чинником впливу на навколишнє природне середовище у межах 30-кілометрової зони електростанції. Внаслідок будівництва та функціонування цього підприємства сформувалась промислова ПАЛС. **Парадинамічна антропогенна ландшафтна система** – це система суміжних або незначно віддалених ландшафтних комплексів, активний взаємозв'язок між якими відбувається завдяки господарській діяльності людини та її результатам [6-8]. У її структурі виділяються парадинамічні антропогенні ландшафтні зони (ПАЛЗ), підзони та пояси.

стягаються на відстань 1-1,5 км від неї та мають локальний характер.

Парадинамічна антропогенна ландшафтна зона гідрологічного впливу Хмельницької АЕС на навколишнє природне середовище представлена підзоною безпосереднього гідрологічного впливу і двома парадинамічними поясами постійного та періодичного затоплення. Вони сформувались на основі ставка-охолоджувача, займають площу 20 км<sup>2</sup>.

У процесі будівництва Хмельницької АЕС сформувались ПАЛЗ біотичного, мінерального, гідрологічного та гідрогеологічного впливів на довкілля. Найбільш істотний вплив електростанції на природні компоненти пов'язаний із відчуженням лісових і сільськогосподарських земель з метою розміщення промислового майданчика і обслуговуючих споруд ХАЕС [2, с.12]. У зоні біотичного впливу був знищений рослинний світ. У зоні мінерального впливу знищення зазнав ґрунтовий покрив. Гумусовий горизонт цієї ділянки був знятий та використаний з метою рекультиваційних робіт на порушених землях. Зони біотичного та мінерального впливів атомної електростанції охоплюють не лише весь промисловий майданчик, але й землі, що зайняті комплексом всіх споруд станції. Ці зони разом займають площу 3074,7 га, про-

Внаслідок створення промислового майданчика Хмельницької АЕС, будівництва ставка-охолоджувача, прокладання підвідного та відвідного каналів, дренажної системи сформувалась ПАЛЗ гідрогеологічного впливу на навколишнє природне середовище. У її межах, у радіусі 1-1,5 км від електростанції, відбуваються зміни рівня та напряму переміщення ґрунтових вод. Внаслідок будівництва промислового майданчика площею 90,2 га відбулось підняття рівня ґрунтових вод на 1-3 метри. Це спричинює збільшення зволоження, підтоплення, затоплення алювіальних ґрунтів у заплаві р. Горинь [3, с.68-90].

Створення ставка-охолоджувача, каналів і дренажної мережі призвели до змін напрямку переміщення підземних вод. Змін зазнали і ґрунтові води, і підземні води верхньопротерозойського водоносного горизонту. До створення каналів підземні води переміщувались виключно на північ, до русла р. Горинь. Після будівництва у центральній частині промислового майданчика підземні води почали переміщуватись в бік підвідного ка-

налу, у південному напрямку, та в бік ставка-охолоджувача, у західному напрямку.

Внаслідок функціонування Хмельницької АЕС сформувались ПАЛЗ повітряного, кліматичного, гідрологічного та біотичного впливу на довкілля. Для кожної зони за методом, що була розроблена ВАТ КНДІ «Енергопроект», розраховано коефіцієнти впливу (К). Якщо  $K=0$ , певний вид впливу відсутній. При  $K \leq 0,6$  вплив мінімальний,  $K=0,6-0,8$  відповідає середньому впливові,  $K=0,8-1$  визначає максимальний вплив [3, с.118].

ПАЛЗ повітряного впливу формується внаслідок хімічного, електромагнітного та радіоактивного забруднення повітряних мас Хмельницькою АЕС. Хімічне забруднення атмосферного повітря обумовлюють основні та допоміжні виробничі підрозділи: пускно-резервна котельня, масломазутодизель-господарство, реагентне господарство хімічного цеху, дизель-генераторні станції, цех централізованого ремонту, ремонтно-будівельне підприємство, автотранспортне підприємство, житлово-комунальне управління, комплекс із переробки твердих радіоактивних відходів. 85–90 % викидів ХАЕС є результатом роботи пускно-резервної котельні. За режимом роботи – це аварійне джерело забруднення. У його викидах містяться такі шкідливі речовини:  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ , сажа [5, с.94-97]. Інші джерела забруднення електростанції викидають до атмосфери марганець та його сполуки, пари бензину, керосину та сірчаної кислоти, вуглеводні  $\text{C}_{12}$ - $\text{C}_{19}$ , сольвент-нафту, бензол, ксилол, толуол, емульсол, нафталін, фенол, м-Крезол, етанол, бутилацетат, ацетон, амоніак, фториди, деревний та абразивний пил, неорганічний пил із вмістом  $\text{SiO}_2$  від 20 до 70 %.

Більша частина джерел забруднення атмосферного повітря ХАЕС має періодичний режим роботи. Це обумовлює незначні сумарні обсяги річних викидів усіх хімічних речовин. Усереднені їх показники складають 84,89 т/рік. Виявлено тенденцію до зменшення сумарних обсягів річних викидів забруднюючих речовин до атмосфери [3, с. 74-75].

За нормальних умов експлуатації ХАЕС формування особливостей ПАЛЗ повітряного впливу залежатиме від кліматичних характеристик і рельєфу території. У межах 30-ти кілометрової зони АЕС переважають західні та північно-західні вітри. Найбільша протягом року кількість днів із штилем відзначається влітку в південно-західній та південній частині цієї зони, найменша кількість днів – у північному секторі. Повторюваність незнач-

них швидкостей вітру (до 1 м/с) зростає з півночі на південь. Незначні швидкості вітру частіше відзначаються у теплу частину року. Виявлено зменшення повторюваності штилів з висотою. На висоті понад 100 метрів їх повторюваність 0,01 %. Найбільша повторюваність приземних температурних інверсій спостерігається влітку вночі (38-42 %), найменша – взимку (8-12 %). Це все передумови для розсіювання або накопичення забруднюючих речовин у певних частинах і на певних відстанях від електростанції. У результаті поєднання цих передумов та викидів ХАЕС забруднюючі речовини будуть поширюватись переважно у східному та південно-східному секторах тридцятикілометрової зони та осаджуватися на відстані 12,5-17 км від станції.

У 2016 році середньомісячна (грудень) концентрація сульфур оксидів на межі санітарно-захисної зони ХАЕС була меншою за 0,05 мг/м<sup>3</sup> (менше 10 % ГДК). Середньомісячна концентрація нітроген оксидів була меншою за 0,02 мг/м<sup>3</sup> (менше 23 % ГДК). Показники максимальних приземних концентрацій нерадіоактивних забруднюючих речовин не більше за ГДК для населених пунктів. У північно-західному секторі вони змінюються від 0,1 до 0,3 граничнодопустимої концентрації, у найближчих населених пунктах – від 0,01 до 0,06 ГДК. Включення становить деревний пил. Його максимальні приземні концентрації у північно-західному секторі досягають 0,76 ГДК, у м. Нетішин та с. Комарівка – 0,06 граничнодопустимої концентрації, у с. Старий Кривин – 0,52 ГДК.

Враховуючи обсяги викидів забруднюючих речовин Хмельницькою АЕС до атмосфери, визначено параметри її хімічного впливу: для сірчистого ангідриду – 0,1, для чадного газу – 0,4, для пилу – 0,1, для нітроген(IV) оксиду – 0,2, для сажі – 0,02. Оскільки коефіцієнт сумарного впливу усіх викидів шкідливих речовин станції становить 0,7, то хімічний вплив є середнім.

За нормальних умов експлуатації ХАЕС джерелами радіоактивного забруднення повітря є газоподібні радіоактивні викиди з основних ежекторів турбін, вентиляційних труб реакторного відділення і спецкорпусу, установок з переробки твердих радіоактивних відходів, бризкальні басейни. При аваріях парогазові радіоактивні викиди можуть надходити до атмосфери через нещільності герметичної оболонки реакторного відділення [5, с.81].

Організовані газоподібні радіоактивні викиди з реакторного відділення здійснюються через вентиляційну трубу висотою 100 метрів. Вони представлені, тритією водяною парою, радіоактивними благородними газами, ізотопами йоду, аерозолями та іншими газоподібними частками. Обсяги радіоактивних викидів визначаються неорганізованим та організованим протіканням теплоносія першого контуру у реакторному відділенні та здуванням радіоактивних речовин з технологічного устаткування.

Головну роль у радіоактивному забрудненні повітряних мас ХАЕС відіграють радіоактивні благородні гази. Максимальні їх середньорічні концентрації ( $^{133}\text{Xe} - 1 \text{ Бк/м}^3$ ,  $^{41}\text{Ar} - 0,2 \text{ Бк/м}^3$ ,  $^{85}\text{Kr} - 0,01 \text{ Бк/м}^3$ ) в атмосферному повітрі можуть відзначатись в одному кілометрі на схід від електростанції. За нормальних умов експлуатації останньої ці показники в  $10^3 - 10^6$  раз менші за граничнодопустимі. Радіонукліди  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  та  $^3\text{H}$  поширюються повітряними потоками та осаджуються в радіусі 10 км від електростанції [3, с.60]. Радіоактивний вплив на атмосферне повітря є малим, постійним і поширюється у локальному та регіональному масштабах.

Приблизно 2/3 теплової енергії, що виділяється атомним реактором, надходить у довкілля. Внаслідок цього утворюється ПАЛЗ кліматичного впливу ХАЕС. У теплообмінниках систем охолодження електростанції тепла енергія передається воді, що циркулює. Ця вода потрапляє до ставка-охолоджувача та бризкальних басейнів. Тут у процесі конвекції та випаровування нагрітих вод тепла енергія переходить від води до повітря. Це призводить до його нагрівання та насичення водяною парою. За умов роботи одного енергоблоку, у результаті перенесення вітром тепле та вологе повітря може поширюватись на відстань до 800 метрів від ставка-охолоджувача та до 100 метрів від бризкальних басейнів. За умов роботи двох енергоблоків кліматичні зміни мають також локальний характер і поширюються на відстані 1-1,5 кілометра від ставка-охолоджувача.

Режим кліматичного впливу Хмельницької АЕС на атмосферне повітря залежить від режиму експлуатації станції та режиму скидання нагрітих вод до ставка-охолоджувача. В холодний період року, зранку, температура повітря на берегах ставка-охолоджувача у 60 % випадків на  $1^{\circ}\text{C}$ , а в 20 % випадків на  $3-5^{\circ}\text{C}$  вища за температуру повітря на опорній станції. Влітку температурна відмінність між повітрям над ставком-охолоджувачем і у прибережній зоні є незна-

чною. Коефіцієнт кліматичного впливу електростанції влітку – 0,9 (великий вплив), взимку та восени – 1 (максимальний вплив) [3, с. 62 - 68, 119].

ПАЛЗ гідрологічного впливу формується внаслідок хімічного, радіоактивного і теплового забруднення вод Хмельницькою АЕС. Хімічний вплив на водні об'єкти здійснюють стоки виробничих підрозділів, що використовують воду; господарсько-побутові й дощові стоки. Переважна частина скидів підприємства представляє собою регенераційні стічні води з блоку хімічного водоочищення та блочної знесолюючої установки. Після хімічного водоочищення вони надходять до ставка-охолоджувача та приносять у своєму складі магній, кальцій, натрій, хлориди та сульфати, а стоки блочної знесолюючої установки ще й амоніак [5, с. 76-80].

Скиди стічних вод з ХАЕС завдяки парадинамічним зв'язкам обумовлюють погіршення якості води у ставка-охолоджувачі та р. Горинь. У ставка-охолоджувачі протягом 2010 року, за виключенням травня і червня, було виявлено перевищення ГДК (0,25 мг/л) за вмістом фосфатів. У січні їх вміст становив 0,38 мг/л, у лютому – 0,4 мг/л, у березні – 0,32 мг/л, у квітні – 0,34 мг/л, у липні – 0,28 мг/л, у серпні – 1,1 мг/л, у вересні – 0,49 мг/л, у жовтні – 0,5 мг/л, у листопаді – 0,56 мг/л, у грудні – 0,5 мг/л. У річці Горинь з червня по грудень 2010 року також відзначалось перевищення ГДК за вмістом фосфатів: у червні – 0,37 мг/л, у липні – 0,35 мг/л, у серпні – 0,39 мг/л, у вересні – 0,29 мг/л, у жовтні – 0,26 мг/л, у грудні – 0,3 мг/л. Вміст заліза загального протягом 2010 року в ставка-охолоджувачі був на рівні ГДК (0,1 мг/л), за виключенням жовтня (0,13 мг/л). Вміст заліза загального у річці Горинь протягом цього року у квітні, липні та серпні був на рівні ГДК. Більшу частину року він перевищував ГДК: у січні його вміст становив 0,16 мг/л, у лютому – 0,21 мг/л, у березні – 0,21 мг/л, у травні – 0,16 мг/л, у червні – 0,14 мг/л, у вересні – 0,18 мг/л, у жовтні – 0,14 мг/л, у листопаді – 0,21 мг/л, у грудні – 0,22 мг/л. Коефіцієнт хімічного впливу промислових стоків АЕС відноситься до категорії малих (0,3) впливів.

У побутових стоках ХАЕС виявлено перевищення граничнодопустимої концентрації заліза загального (0,25 мг/л), фосфатів (1,63 мг/л), амонію сольового (ГДК 0,5, а вміст - 0,82 мг/л), нітритів (ГДК 0,08, а вміст - 0,6 мг/л). Вміст нафтопродуктів знаходився на рівні ГДК (0,05 мг/л), а нітратів (39,4 мг/л) – незначно менше за гранично-

допустиму концентрацію (40 мг/л) [3, с. 79, 188-189; 5, с.105]. Коефіцієнт хімічного впливу господарсько-побутових стоків атомної електростанції відноситься до категорії середніх (0,6) впливів. Хімічний вплив на усі річкові системи відноситься до категорії малих. Найменшим (коефіцієнт 0,1) є вплив на річки Горинь і Утка, трохи більшим (коефіцієнт 0,2) – на дренажний канал, ставок-охолоджувач та річку Цвітоха, найбільшим (коефіцієнт 0,4) – на річку Гнилий Ріг [3, с. 120].

За нормальних умов експлуатації Хмельницької АЕС та при проектних аваріях джерелами радіоактивних впливів на водні об'єкти можуть бути: регенераційні води блочної знесолюючої установки; радіоактивні скиди до бризкальних басейнів посередництвом системи технічної води; дебалансові та душові води спецкорпусу; води дезактивації приміщень, устаткування і трубопроводів; скиди від пробовідбірних ліній [5, с.71]. Усі радіоактивні стоки ХАЕС за нормальних умов експлуатації не впливають негативно на поверхневі водні об'єкти. Радіоактивний вплив електростанції на водні екосистеми відноситься до категорії малих впливів (коефіцієнт 0,25) [3, с. 81-82, 120].

Парадинамічні зв'язки визначають розміри та конфігурацію ПАЛЗ гідрологічного впливу ХАЕС. Нерадіоактивні забруднюючі речовини та радіонукліди поширюються поверхневим стоком. Тому напрям, довжина та густина річкової мережі визначають особливості розповсюдження забруднюючих речовин. Найвища густина гідромережі (0,99 км/км<sup>2</sup>) у північно-західному секторі десятикілометрової зони електростанції, дещо нижча вона (0,84 км/км<sup>2</sup>) у західному та південному її секторах, і найнижча (0,17 км/км<sup>2</sup>) – у південно-східному секторі. Виходячи з цього, найповільніше шкідливі речовини будуть перерозподілятися та найбільше накопичуватися у ландшафтних комплексах південно-східного сектору. Така сама закономірність зберігається і для двадятикілометрової зони ХАЕС. Процеси накопичення забруднюючих речовин у південно-східному секторі підсилюються переважаючими вітрами.

Значну роль у процесі водної міграції забруднюючих речовин відіграє напрям течії річок. Здебільшого міграція визначається напрямком течії р. Горинь з півдня на північ. Проте, важливу роль також відіграють її притоки. Вони течуть до центру тридцятикілометрової зони електростанції, із заходу на схід. Відповідно до таких особливостей,

враховуючи переважаючі західні та північно-західні вітри, парадинамічні зв'язки будуть обумовлювати повернення більшої частини шкідливих речовин до центру зони та перенесення їх у північному напрямку. Забруднюючі речовини, що осаджуються у руслі р. Горинь, на сході та у руслах її приток, повертаються стоком Горині до десятикілометрової зони ХАЕС.

Одним із важливих видів впливу ХАЕС на гідросферу є її теплове забруднення. За нормальних умов експлуатації електростанції температура стоків, що надходять до ставка-охолоджувача, може підвищуватися на 8-12<sup>0</sup> С. Це може призводити до підвищення температури води у водоймі на 0,5-6<sup>0</sup> С. Внаслідок цього змінюються властивості води: знижуються в'язкість, густина, розчинність газів, тиск водяної пари, змінюється швидкість нітрифікації. Оскільки збільшуються обсяги випаровування, змінюється водний баланс ставка. Підвищення температури води в останньому зменшує тривалість льодоставу, обумовлює стійку температурну стратифікацію протягом майже цілого року. Це зменшує можливості вертикального перемішування водних мас, обумовлює дефіцит кисню у придонних шарах.

Показник теплового навантаження на екосистеми водойми-охолоджувача протягом теплого сезону року є помірним і становить 160 Вт/м<sup>2</sup>. Тепловий вплив атомної електростанції у літній період є великим (коефіцієнт 0,9), а взимку та восени – максимальним (коефіцієнт 1). Він поширюється у локальному масштабі, на відстань 1-1,5 кілометри від ставка-охолоджувача [3, с. 53-68, 119, 121].

ПАЛЗ мінерального впливу електростанції формується внаслідок забруднення ґрунтового покриву. Останнє відбувається у результаті повітряної та водної міграції забруднюючих речовин. Їх осадження з повітряних мас на ґрунти відбувається посередництвом механічних бар'єрів. Це можливе майже в усіх секторах десятикілометрової зони ХАЕС. Виключення становлять вітрові коридори річкових заплавл Горині, Вілії, західний та східний сектори.

Водна міграція також обумовлює забруднення ґрунтового покриву. Зокрема велику роль у визначенні розмірів та конфігурації парадинамічних зон мінерального впливу відіграє кут нахилу земної поверхні. Його параметри визначають місця змивання, перенесення та відкладання радіоактивних речовин. У десятикілометровій зоні електростан-

ції знаходяться мішано-лісові ландшафти задрово-алювіальних рівнин із переважанням слабо нахилених поверхонь (кут нахилу від  $0^{\circ}$  до  $3^{\circ}$ ). З просуванням до меж тридцятикілометрової зони АЕС зростають площі з кутами нахилу понад  $3^{\circ}$ . Найбільш розчленовані ділянки із кутами нахилу від  $3^{\circ}$  до  $12^{\circ}$  знаходяться у західному, південному, північно-західному та південно-західному секторах. Найменш розчленовані ділянки із кутами нахилу до  $3^{\circ}$  знаходяться у східному та північно-східному секторах. Такі закономірності обумовлюють знесення гравітаційними та змивання водними потоками основних радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^3\text{H}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  із найбільш розчленованих схилів західного, південного, північно-західного та південно-західного секторів та їх акумуляцію переважно у заплаві річки Горинь, а також – на днищах балок, ввігнутих частинах схилів. Деяка кількість шкідливих речовин посередництвом річок Вілія та Гнилий Ріг надходить до Горині, а потім – до водойми-охолоджувача електростанції.

У процесі функціонування Хмельницької АЕС ПАЛЗ біотичного впливу фор-

#### Висновки

Внаслідок будівництва та функціонування Хмельницької атомної електростанції сформувалась ПАЛС. У її структурі виділено ПАЛЗ повітряного, кліматичного, гідрологічного, гідрогеологічного, мінерального та біотичного впливів електростанції на навколишнє природне середовище. У результаті парадинамічних зв'язків джерел забруднення ХАЕС із ландшафтними комплек-

мується переважно внаслідок теплового забруднення водних мас. Скидання нагрітих вод у ставок-охолоджувач обумовлює збільшення вмісту кисню у воді, за виключенням придонних шарів. Наслідком цього є інтенсифікація процесів фотосинтезу, збільшення обсягів первинної продукції водної екосистеми. Відбувається евтрофікація та «цвітіння» води, заростання мілководних акваторій, порушення фенофаз та зростання вегетаційного періоду у рослин, підвищення кількості й біомаси термофільних тварин (зокрема й зимуючих птахів) і рослин, зміни видової структури комах. В умовах найбільш жаркої погоди, при підвищенні температури води у ставку-охолоджувачі на  $0,5-1,5^{\circ}\text{C}$  порівняно з природним рівнем, відбувається активізація процесів розвитку планктону. При підвищенні температури води на  $5-6^{\circ}\text{C}$ , у кілька разів збільшується обсяг біомаси. При підвищенні температури води на  $6^{\circ}\text{C}$ , біопродуктивність ставка помітно знижується [3, с. 59-68].

сами прослідковується диференціація впливу на різні компоненти природи. Переважно електростанція здійснює малий вплив на останні. Середнім є хімічний вплив на атмосферне повітря та поверхневі води. Найбільшим є тепловий вплив на повітряне та водне середовище навколо атомної електростанції.

#### Література

1. Барбашев С.В. Система комплексного радіоекологічного моніторингу районів розташування АЕС України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: спец. 05.14.14 «Теплові та ядерні енергоустановки» Одеса, 2009. 36 с.
2. Гайдай С. В. Геоекологічна оцінка території 30-кілометрової зони Хмельницької АЕС: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук: спец. 11.00.11 «Конструктивна географія і раціональне використання природних ресурсів» К, 2006. 15 с.
3. Дем'яненко С. О. Антропогенна трансформація природно-господарських систем в зонах впливу атомних електростанцій (на прикладі Хмельницької АЕС): дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.11 К., 2011. 276 с.
4. Карташов В.В. Радіаційний вплив викидів АЕС та ТЕС України на навколишнє середовище та населення: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 21.06.01 «Екологічна безпека» Харків, 2004. 21 с.

5. Хмельницькая АЭС. Энергоблок 2: Оценка воздействия на окружающую среду. Т.3. Книга 2. Общая характеристика энергоблока и хозяйственной деятельности в зоне его влияния URL: <http://www.xaec.org.ua/store/pages/ukr/ovos>.
6. Яцентюк Ю.В. Водогосподарські антропогенні парагенетичні ландшафтні системи // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2013. №3-4. С.147-152.
7. Яцентюк Ю.В. Парадинамічні антропогенні ландшафтні системи та забруднення поверхневих вод міста Вінниці // Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету ім. М. Коцюбинського. Серія: Географія. 2016. Вип. 28. С. 18-25.
8. Яцентюк Ю.В. Промислові антропогенні парадинамічні та парагенетичні ландшафтні системи міста Вінниці // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2014. №3-4. С.94-98.

Надійшла до редколегії 15.03.2017