

РЕГІОНАЛЬНІ ТА ГЛОБАЛЬНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ

УДК 504.3.054 (477.83)

DOI: 10.31471/2415-3184-2020-2(22)-25-31

Х.-М. М. Чичул, Я. М. Семчук,

Г. Д. Лялюк-Вітер

*Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

ОЦІНКА АНТРОПОГЕННОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ЛАНДШАФТУ В ЗОНІ ВПЛИВУ ПІДПРИЄМСТВА БУРШТИНСЬКА ТЕС ПАТ «ДТЕК ЗАХІДЕНЕРГО»

Перетворення первинних носіїв енергії в енергію електричну має переваги та недоліки. Бурштинська ТЕС ПАТ "ДТЕК Західенерго", це теплова електростанція, яка для продукції електричної енергії використовує кам'яне вугілля, мазут і природний газ.

Найбільше теплові електростанції впливають на атмосферне повітря, через викиди димових газів та пилу. Також впливають і на інші компоненти довкілля, зокрема на ландшафти. Це приводить до їх антропогенного перетворення.

Розглянуто основні забруднюючі компоненти навколишнього природного середовища. Проведено короткий аналіз наукових праць, присвячених дослідженню впливу теплових електростанцій на довкілля. Проаналізовано наукові праці, в яких висвітлено проблеми впливу на навколишнє середовище Бурштинської ТЕС ПАТ "ДТЕК Західенерго". Наведено ландшафтну структуру території, що знаходиться в зоні її діяльності.

За методикою Мельника-Міллера проведено оцінку антропогенного перетворення ландшафту досліджуваної ділянки. Суть її полягає в картуванні території та визначенні відсоткового співвідношення між типами ландшафту на обраній частині. Методика дозволяє кількісно оцінити антропогенну модифікацію території. Рейтинг модифікації залежить від рангу геокомплексу. Встановлено, що ступінь антропогенного перетворення ландшафту складає 40%, а вартість модифікації одного відсотку поверхні становить 4 бали. Побудовано карти з використанням програмного продукту MapInfo.

Результати дослідження свідчать про антропогенну зміну ландшафту. Вони можуть бути використані для подальших постійних спостережень та наукових досліджень впливу Бурштинської ТЕС ПАТ "ДТЕК Західенерго" на компоненти довкілля та прийняття відповідних рішень щодо його зменшення.

Ключові слова: теплова електростанція, навколишнє середовище, виробництво електроенергії, викиди забруднень, ландшафт, антропогенне перетворення, антропогенна модифікація, оцінка впливу.

Постановка проблеми. Електроенергетика є найважливішою галуззю паливно-енергетичного комплексу України. До її суб'єктів відносяться енергогенеруючі потужності (атомні, теплові, гідроелектростанції, а також електростанції на відновлювальних джерелах енергії), магістральні лінії електропередачі напругою 220-750 кВ і розподільчі електромережі енергопостачальних компаній. Всі ці об'єкти, об'єднані у єдиному режимі роботи і утворюють Об'єднану енергосистему (ОЕС) України, яка в паралельному режимі, зокрема через електромережі "Острова ДТЕК", співпрацює з європейським енергооб'єднанням ENTSO-E [1-2].

Бурштинська ТЕС ПАТ "ДТЕК Західенерго" для продукції електричної енергії використовує тверде, рідке і газове паливо.

На атмосферне повітря теплова електростанція (ТЕС) впливає через викиди димових газів та пилу. Склад викидів залежить від виду палива, що застосовується, а також від параметрів процесу спалювання. Процес спалювання обумовлений температурою, відношенням кількості повітря до кількості палива та конструкцією котла.

До складу викидів ТЕС входять 6 груп речовин: пил (різного класу дисперсії), діоксиди вуглецю (CO₂), оксиди вуглецю (CO), сірчистий газ (сірчистий ангідрид (SO₂)), три види оксидів азоту (NO_x) і органічні сполуки.

Найбільша кількість пилу виникає в результаті спалювання твердого палива, а в разі спалювання рідкого і газоподібного палива спостерігаються тільки його сліди. Виникнення пилу пов'язане з вмістом у паливі баласту. Пилу властивий комплексний склад. Окрім сажі у ньому є важкі метали, які є дуже небезпечними для здоров'я людей та звірів і можуть мати канцерогенну дію. Важким металам характерна акумуляція в ґрунтах. Кількість пилу, що потрапляє до атмосферного повітря від діяльності Бурштинська ТЕС ПАТ "ДТЕК Західенерго", визначається на підставі досліджень вмісту сухого залишку спалювання в спалюваному вугіллі [3].

Оксид вуглецю виникає в результаті спалювання палив з невідповідною кількістю кисню і є токсичним газом для живих організмів, може призвести до смерті від задухи.

Діоксид вуглецю виникає в результаті згоряння вугілля, а також вуглецевмісних субстанцій, що містяться в паливах. Вплив діоксиду вуглецю на довкілля є комплексним. З одного боку, такий газ необхідний для процесів фотосинтезу, а з іншого впливає на парниковий ефект (парниковий газ) [4].

Сірчистий газ виникає в діапазоні полум'я. Кількість його прямо пропорційно залежить від вмісту сірки в паливі. Найбільша кількість SO_2 виникає при спалюванні твердого палива, в разі спалювання природного газу є тільки сліди. Сірчистий газ є токсичним газом з вираженим запахом. Перевищення встановлених норм концентрації шкідливо впливає на дихальні шляхи людського організму, а у рослин спричиняє відмирання листків. Сірчистий при наявності озону перетворюється в дуже небезпечний для навколишнього середовища SO_3 – ангідрид сірчаної кислоти (H_2SO_4), що поєднується в хмарах з водяною парою і випадає на Землю у вигляді кислотних дощів [4].

В процесі спалювання палива виникає три типи оксидів азоту в результаті трьох різних механізмів: термічні оксиди, оксиди палива та швидкі оксиди. Термічні оксиди NO_x виникають при високих температурах спалювання. Їх джерелом є азот, що міститься в повітрі. Оксиди палива виникають в результаті спалення азоту та його сполук, що містяться у паливі. Швидкі оксиди є ефектом дуже швидких радикальних реакцій, що відбуваються при високих температурах. У випадку спалювання вугілля домінуючим є механізм утворення оксидів палива, а при спалюванні рідкого палива (мазуту) механізми утворення термічних та швидких оксидів. Кількість оксидів азоту обумовлюється температурою спалювання [5]. Оксиди азоту подразливо впливають на органи дихання, долучаються до виникнення смогу, зменшують видимість, обмежують нагрівання поверхні Землі сонячним теплом, нищать озоновий шар.

До складу викидів ТЕС входять і органічні сполуки: аліфатичні вуглеводні, поліциклічні ароматичні вуглеводні.

Оскільки в балансі сировини, що використовується Бурштинською ТЕС ПАТ "ДТЕК Західенерго", домінуючим є вугілля, саме й тому його параметри визначають склад димових газів та твердих відходів спалювання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження впливу на навколишнє середовище підприємств енергетичної галузі, що базуються на спалюванні вугілля є завжди актуальними. Вивченням такого впливу займаються науковці з різних країн світу [5-9].

Бурштинська ТЕС ПАТ "ДТЕК Західенерго", як вугільна електростанція, впливає безпосередньо на атмосферне повітря, а значить і на інші компоненти навколишнього природного середовища регіону, оскільки для виробництва електричної енергії використовує три види палива. При їх спалюванні утворюються димові гази та пил, що спричиняють негативний вплив на атмосферне повітря, адже 75 % всієї маси забруднювальних речовин в атмосферному повітрі, це газо-димові викиди продуктів спалювання органічного палива [10]. Тому є нагальна потреба постійного моніторингу і контролю за станом атмосферного повітря в зоні антропогенного впливу. Тільки Бурштинська ТЕС ПАТ "ДТЕК Західенерго", щорічно викидає в атмосферне повітря понад 9749 тис. т забруднювальних речовин [10].

За категорією екологічної безпеки (КЕБ), згідно з [11], Бурштинська ТЕС належить до підприємств другої категорії небезпеки з нормативною шириною санітарно-захисної зони (СЗЗ) 500 м [10, 11]. Зона забруднення – це територія навколо джерела забруднення атмосфери, в межах якої приземні концентрації забруднювальних речовин перевищують середньодобові гранично допустимі концентрації (ГДКс.д.) для населених пунктів. [10].

Деякі аспекти впливу на навколишнє середовище Бурштинської ТЕС ПАТ "ДТЕК Західенерго" висвітлювали у своїх працях такі українські науковці, зокрема Шувар І. А., Шувар А. І.

[12], Пендерецький О. В. [13], Зорін Д. О. [14], Панківський Ю. І., Ошуркевич-Панківська О. Є., Осташук М. Б. [10] та ін.

Широке висвітлення проблем та перспектив розвитку вітчизняної енергетики, зокрема теплової (ТЕС, ТЕЦ), наводиться у періодичному виданні «ЕнергоБизнес».

Отже, проблема антропогенного впливу на навколишнє середовище та перетворення ландшафту під впливом забруднень підприємств енергетичної галузі залишається актуальною на сьогоднішній день.

Мета та завдання. Метою роботи є оцінка впливу діяльності Бурштинська ТЕС ПАТ "ДТЕК Західенерго" на екологічний стан довкілля, зокрема на стан ландшафтів.

Основне завдання полягало в проведенні оцінки антропогенного перетворення ландшафту за допомогою методики Мельника-Міллера [15] та побудова карти антропогенного перетворення ландшафту досліджуваної території за допомогою програмного продукту MapInfo.

Виклад основного матеріалу. Сучасний стан ландшафтів - це результат діяльності людини впродовж багатьох тисячоліть. Під впливом господарської діяльності людини у ландшафтних комплексах відбуваються значні зміни. Натуральні ландшафти повністю замінені антропогенними і процеси антропогенних перетворень ландшафтів продовжують поглиблюватись.

Значне господарське використання ландшафтів розпочалося з другої половини XVIII ст. – першої половини XX ст., що зумовило істотні зміни в природних територіальних комплексах (ПТК), які були спричинені посиленням експлуатації земель та інтенсивним заселенням, а згодом і розвитком ключової галузі народного господарства досліджуваному регіоні - енергетики. У середині 60-тих років XX ст., розпочалась нова епоха розвитку міста Бурштин, що пов'язано саме з початком спорудження електростанції у заплавної долині річки Гнила Липа. Підприємство функціонує тут з 1965 року.

У структурі ландшафтів, які знаходяться в зоні розташування Бурштинська ТЕС ПАТ "ДТЕК Західенерго" виділяють сільськогосподарські угіддя (28,6%). Серед них є виснажені, які складають 1,6%. Частка лісопаркових насаджень складає 8,02%, куди входять ліси, парки, сади та територія Галицького НПП. Значно меншою у структурі ландшафту є частка луків - 4,84% та осушених луків (2,13%). Велику площу території займає житлова забудова та промислова територія (56,4%).

Для оцінки ступеня антропогенного перетворення ландшафту використано методику Мельника-Міллера (1993) [15]. Суть її полягає в картуванні території та визначенні відсоткового співвідношення між типами ландшафту на обраній ділянці.

Ландшафти є одиницями, котрі охоплюють фізико-географічні та морфогенетичні зони і складають вищі рівні їх структури. Фізико-географічні регіони розглядаються як регіони, які демонструють певний ступінь внутрішньої єдності внаслідок свого географічного розташування, історії розвитку, природи сучасних географічних процесів та взаємозв'язку окремих елементів, що складають цілісну одиницю.

Методика дозволяє кількісно оцінити антропогенну модифікацію території. Рейтинг модифікації залежить від рангу геокомплексу. Оцінка дається на основі закону нерівнозначності взаємодіючих факторів – згідно з яким "найсильнішим" компонентом геокомплексу є гірські породи та рельєф, а "найслабшими" рослинність і тваринний світ.

Залежно від антропогенного процесу та глибини змін компонентів, які він спричиняє, виділяють такі типи модифікацій (табл. 1) [15].

Таблиця 1

Види антропогенних модифікацій, що співвідносяться з певними антропогенними навантаженнями

Індекс модифікації	Антропогенна модифікація	Коефіцієнт модифікації 1 % ПТК, ум.бали	Модифікація ПТК
B_o	Біотична	0	0
B_m	Біо-мікрокліматична	1	100
B_{wm}	Біо-водно-мікрокліматична	2	200
B_{gm}	Біо-грунто-вомікрокліматична	3	300
B_{gwm}	Біо-грунтово-водно-мікрокліматична	4	400
B_{igwm}	Біо-літо-грунтово-водномікрокліматична	5	500

Показник ступеня антропогенного перетворення ландшафту для обраної ділянки обчислюється за формулою:

$$M_{\text{лу}} = B_m + B_{wm} + B_{gm} + B_{gwm} + B_{igwm}$$

Відповідно до рисунку та таблиці 2, за формулою ступінь антропогенного перетворення ландшафту досліджуваної ділянки характеризується значенням:

$$M_{\text{аг}} = 4,84 \cdot 1 + 2,13 \cdot 2 + 27 \cdot 3 + 1,6 \cdot 4 + 56,4 \cdot 5 + 8,2 \cdot 0 = 378,5$$

Згідно з [15] показник 378,5 свідчить про ступінь антропогенного перетворення 40%, а вартість модифікації одного відсотку поверхні становить 4 бали.

Таблиця 2

Показники для оцінки ступеня антропогенного перетворення ландшафту м. Бурштин за методикою Мельника-Міллера

Показник	Тип ландшафту	Площа, км ²	Частка, %
B_m	Луги		4,84 %
	Луги	1,003398 км ²	4,73 %
	р. Гнила Липа	0,02343 км ²	0,11 %
	Осушені луки	0,450979 км ²	2,13 %
B_{gwm}	Сільськогосподарські угіддя		28,6
	Сільськогосподарські угіддя	5,72381 км ²	27 %
	Виснажені сільськогосподарські землі	0,340251 км ²	1,6 %
B_{gm}	Лісо-паркові насадження		8,02%
	Ліси	0,8471 км ²	-
	Парки та сади	0,651762 км ²	-
	Території Галицького НПП	0,19992 км ²	-
B_{igwm}	Забудова		56,4 %
	Промислові території	0,250716 км ²	-
	Селітебна зона	4,171158 км ²	-
	Дороги	0,99725 км ²	-
B_{wm}	Водні об'єкти		
	Штучне водосховище	5,340 км ²	25,20 %
	р.Гнила Липа	0,02343 км ²	0,11 %

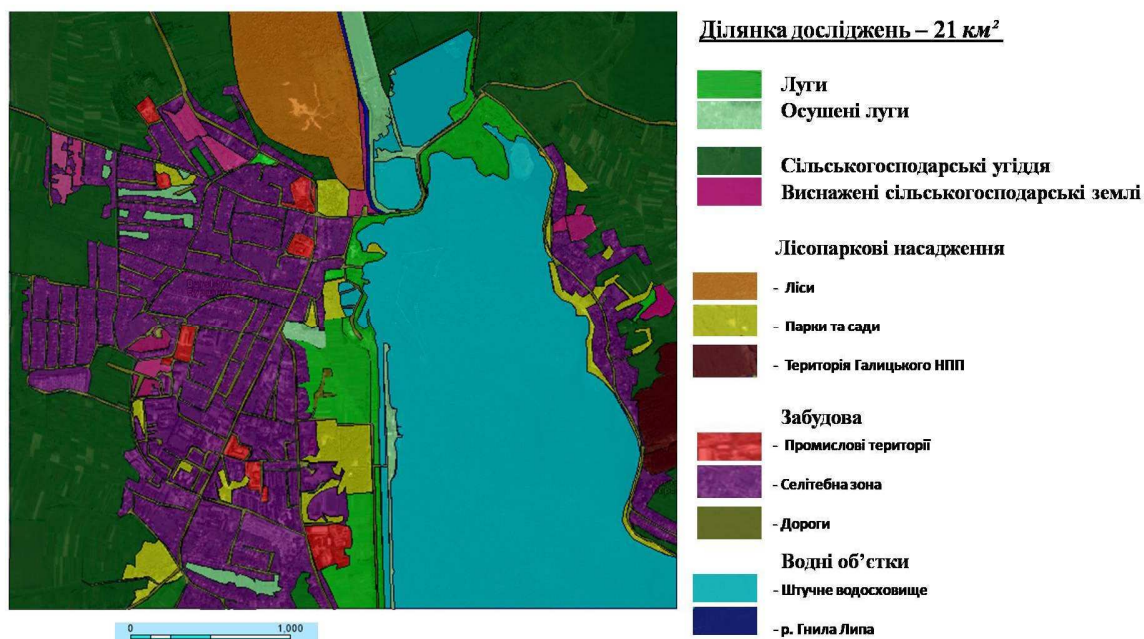


Рис. Картування оцінки ступеня антропогенного перетворення ландшафту за методикою Мельника-Міллера

Висновки. Аналіз структури ландшафтів, які знаходяться в зоні розташування Бурштинської ТЕС ПАТ "ДТЕК Західенерго" показує, що велику площу займає житлова забудова та промислова територія (56,4%) та сільськогосподарські угіддя (28,6%). Серед яких є виснажені, що складають 1,6%. Частка лісопаркових насаджень складає 8,02% (ліси, парки, сади та територія Галицького НПП). Значно меншою у структурі ландшафту є частка луків - 4,84% та осушених луків (2,13%).

Вперше в результаті дешифрування кадастрових карт населених пунктів поблизу Бурштинська ТЕС ПАТ "ДТЕК Західенерго" створено карту, на основі якої детально досліджено антропогенну модифікованість ландшафтів. Загальна антропогенна модифікованість даної території складає 378,5 ум. балів, тобто 40 %.

Отже, Бурштинська ТЕС ПАТ "ДТЕК Західенерго, як теплова (вугільна) електростанція, впливає на компоненти навколишнього природного середовища регіону, що призводить до антропогенних змін ландшафту. Заміна натуральних (природних) ландшафтів антропогенними не може забезпечити збалансований розвиток адміністративної одиниці території чи певного регіону, а може навіть прискорити негативні процеси в природному середовищі. Це вимагає подальших ґрунтовних досліджень.

Література

- 1 [Електронний ресурс]. - Режим доступу до док.: <http://mpe.kmu.gov.ua>.
- 2 Енергетична стратегія України на період до 2030 року. МЕРПУ, 2013 [Електронний ресурс]. - Режим доступу до док.: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13>.
- 3 Чичул Х.-М. М. Екологічна оцінка вугільного палива ДТЕК Бурштинської ТЕС та проект додаткових природоохоронних заходів. Магістерська робота, м. Івано-Франківськ, 2017-147 с.
- 4 Michalak J. Wybrane aspekty oddziaływania elektrowni na środowisko. Przegląd elektrotechniczny, SIGMA-NOT, 90, 152-156, 2014.
- 5 Lorenz U., Skutki spalania węgla kamiennego dla środowiska przyrodniczego i możliwości ich ograniczania. Mat. Szkoły Eksploatacji Podziemnej. Sympozja i Konferencje, 64. Wyd. Instytut GSMiE PAN, s. 97-112, Kraków, 2005.
- 6 Gajda A.: Energetyka zawodowa ma ograniczone możliwości redukcji emisji CO2 w perspektywie do 2020 roku. Biuletyn Miesięczny PSE SANr 7/8 (157/158), Wyd. PSE S.A., lipiec/sierpień 2004.
- 7 Electric Power Systems: Advanced Forecasting Techniques and Optimal Generation Scheduling, CRC PRESS (TAYLOR & FRANCIS), Boca Raton, Florida, USA, ISBN: 978-1-4398-9394-4, March 2012.
- 8 Behar F., Beaumont V., Penteado H.L.De B., 2001. Rock-Eval 6 Technology: Performances and Developments. Oil & Gas Science and Technology – Rev. IFP, 56, 111-134.
- 9 De Souza G.F.M. (ed.), 2012. Thermal Power Plant Performance Analysis. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- 10 Панківський Ю. І., Ошуркевич-Панківська О. Є., Осташук М. Б. Оцінювання впливу Бурштинської ТЕС на атмосферне повітря. Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Вип. 27(5). С. 59–62.
- 11 Apostoliuk, S. O., Dzhyhyrei, V. S., & Sokolovskiy, I. A. (2012). Promyslova ekolohiia (2nd ed.). Kyiv: Znannia, 403 p. [in Ukrainian].
- 12 Шувар І. А., Шувар А. І. Екологічні аспекти формування агроценозів у зоні впливу Бурштинської ТЕС. VIII Международная научно-практическая Интернет-конференция «Спецпроект: анализ научных исследований» (30–31 мая 2013г.).
- 13 Пендерецький О.В. Екологічна оцінка впливу на довкілля крупного енергетичного об'єкту (на прикладі Бурштинської ТЕС). Вісник Харківського інституту соціального прогресу. Серія: екологія, техногенна безпека і соціальний прогрес, вип. 1 (6), 2004. - С. 62-71.
- 14 Зорін Д.О. Екологічна безпека Дністровського каньйону як регіонального коридора національної екологічної мережі України / Д.О. Зорін // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – 2011. – № 2 (4). – С. 44–55.
- 15 Melnyk A., Miller G. (1993). Landscape monitoring. Kyiv. [In Ukrainian]. [Мельник А. В., Міллер Г.П. Ландшафтний моніторинг. Київ, 1993. 152 с.]

Kh.-M. Chychul, Ya. Semchuk,

H. Lialiuik-Viter

*Ivano-Frankivsk National Technical
University of Oil and Gas*

ASSESSMENT OF THE ANTHROPOGENIC LANDSCAPE TRANSFORMATION WITHIN THE AREA AFFECTED BY BURSHTYNSKA THERMAL POWER PLANT OF PJSC «DTEK ZAKHIDENERGO»

The conversion of primary energy sources into electrical energy has advantages and disadvantages. Burshtyn Thermal Power Plant of PJSC “DTEK Zakhidenergo” is a thermal power plant that uses coal, fuel oil and natural gas to produce electricity.

Thermal power plants have the greatest impact on the air due to emissions of flue gases and dust. They also affect other components of the environment, in particular the landscape. This causes its anthropogenic transformation.

The main polluting agents of the environment have been considered in this paper. It also contains a brief analysis of the scientific papers devoted to the study of the impact of thermal power plants on the environment, as well as a review of the scientific papers that highlight the environmental impact of Burshtynka Thermal Power Plant of PJSC “DTEK Zakhidenergo”. The landscape structure of the territory located within the operation area is provided.

The anthropogenic landscape transformation on the study area was assessed according to the Melnyk-Miller method. Its essence is to map the area and determine the percentage of landscape types in the selected area. The method helps to quantify the anthropogenic modification of the territory. The modification rating depends on the geocomplex rank. The degree of anthropogenic landscape transformation was defined to be 40% and the modification cost of one percent of the surface accounted for 4 points. The maps were built using MapInfo software.

The research findings show the anthropogenic landscape change. They can be used for further observations and research of the impact of Burshtynska Thermal Power Plant of PJSC “DTEK Zakhidenergo” on the environmental components and to make appropriate decisions on its reduction.

Key words: Thermal Power Plant, environment, electricity production, pollution emissions, landscape, anthropogenic transformation, anthropogenic modification, impact assessment.

References

- 1 [Elektronnyi resurs]. - Rezhym dostupu do dok.: <http://mpe.kmu.gov.ua>.
- 2 Enerhetychna stratehiia Ukrainy na period do 2030 roku. MEVPU, 2013 [Elektronnyi resurs]. - Rezhym dostupu do dok.: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13>.
- 3 Chychul Kh.-M. M. Ekolohichna otsinka vuhilnoho palyva DTEK Burshtynskoi TES ta proekt dodatkovykh pryrodokhoronnykh zakhodiv. Mahisterska robota, m. Ivano-Frankivsk, 2017-147 s.
- 4 Michalak J. Wybrane aspekty oddziaływania elektrowni na środowisko. Przegląd elektrotechniczny, SIGMA-NOT, 90, 152-156, 2014.
- 5 Lorenz U., Skutki spalania węgla kamiennego dla środowiska przyrodniczego i możliwości ich ograniczania. Mat. Szkoły Eksploatacji Podziemnej. Sympozja i Konferencje, 64. Wyd. Instytut GSMiE PAN, s. 97-112, Kraków, 2005.
- 6 Gajda A.: Energetyka zawodowa ma ograniczone możliwości redukcji emisji CO₂ w perspektywie do 2020 roku. Biuletyn Miesięczny PSE SANr 7/8 (157/158), Wyd. PSE S.A., lipiec/sierpień 2004.
- 7 Electric Power Systems: Advanced Forecasting Techniques and Optimal Generation Scheduling, CRC PRESS (TAYLOR & FRANCIS), Boca Raton, Florida, USA, ISBN: 978-1-4398-9394-4, March 2012.
- 8 Behar F., Beaumont V., Penteado H.L.De B., 2001. Rock-Eval 6 Technology: Performances and Developments. Oil & Gas Science and Technology – Rev. IFP, 56, 111-134.
- 9 De Souza G.F.M. (ed.), 2012. Thermal Power Plant Performance Analysis. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- 10 Pankivskyi Yu. I., Oshurkevych-Pankivska O. Ye., Ostashuk M. B. Otsiniuvannia vplyvu Burshtynskoi TES na atmosferne povittia. Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy. 2017. Vyp. 27(5). S. 59–62
- 11 Apostoliuk, S. O., Dzhyhyrei, V. S., & Sokolovskyi, I. A. (2012). Promyslova ekolohiia (2nd ed.). Kyiv: Znannia, 403 p. [in Ukrainian].

12 Shuvar I. A., Shuvar A. I. Ekologichni aspekty formuvannia ahrotsenoziv u zoni vplyvu Burshtynskoi TES. VIII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya Internet-konferentsiya «Spetsproekt: analiz nauchnyh issledovaniy» (30–31 maya 2013g.).

13 Penderetskyi O.V. Ekologichna otsinka vplyvu na dovkillia krupnogo enerhetychnoho ob'ektu (na prykladi Burshtynskoi TES). Visnyk Kharkivskoho instytutu sotsialnoho prohresu. Seriya: ekologhiia, tekhnohenna bezpeka i sotsialnyi prohres, vyp. 1 (6), 2004. - S. 62-71.

14 Zorin D.O. Ekologichna bezpeka Dnistrovskoho kanionu yak rehionalnoho korydora natsionalnoi ekologichnoi merezhi Ukrainy / D.O. Zorin // Ekologichna bezpeka ta zbalansovane resursokorystuvannia. – 2011. – № 2 (4). – S. 44–55.

15 Melnyk A., Miller G. (1993). Landscape monitoring. Kyiv. [In Ukrainian]. [Melnyk A. V., Miller H.P. Landshaftnyi monitorynh. Kyiv, 1993. 152 s.].

Надійшла до редакції 24 грудня 2020 р.