

ОЦІНКА ЗАХИЩЕНОСТІ ПІДЗЕМНИХ ВОД В РАЙОНІ РОЗТАШУВАННЯ СУМСЬКОЇ ТЕЦ

Л. Д. Пляцук, Г. М. М'якаєва, Л. Л. Гурець

Сумський державний університет

вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007, Україна. E-mail: hannamiakaieva@gmail.com

Проведені дослідження по оцінці захищеності підземних вод в районі розташування Сумської ТЕЦ. Проаналізовані техногенні та природні фактори, які впливають на захищеність підземних вод в районі промислового майданчика ТЕЦ та золовідвалу. Розраховані середні коефіцієнти фільтрації для ділянки майданчика ТЕЦ та ділянки золошлакозаклада. Якісна оцінка захищеності ґрунтових вод проводилась по рівню їх залягання, потужності та фільтраційним властивостям слабопроникних порід зони аерації. Ґрунтові води ділянки майданчика ТЕЦ оцінені як III категорія, тобто підземні води слабо захищені, для майданчика золошлакозаклада категорія захищеності підземних вод II, тобто підземні води захищені. Результати досліджень підземних вод першого від поверхні четвертинно-верхньокрейдового водоносного комплексу на ділянці золошлакозаклада вказують на наявність трансформації їх хімічного складу навколо нього за рахунок фільтрації вод із золовідвалу, що підтверджує незахищеність ґрунтових вод від забруднення. Ознаками цього є підвищений вміст у воді із спостережних свердловин хлоридів, сульфатів, натрію, іонів заліза.

Ключові слова: підземні води, забруднення, захищеність, категорія, бали.

ОЦЕНКА ЗАЩИЩЕННОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНЕ РАЗМЕЩЕНИЯ СУМСКОЙ ТЭЦ

Л. Д. Пляцук, А. Н. Мякаева, Л. Л. Гурець

Сумский государственный университет

ул. Римского-Корсакова, 2, г. Сумы, 40007, Украина. E-mail: hannamiakaieva@gmail.com

Проведены исследования по оценке защищенности подземных вод в районе расположения Сумской ТЭЦ. Проанализированы техногенные и природные факторы, влияющие на защищенность подземных вод в районе промышленной площадки ТЭЦ и золоотвала. Рассчитаны средние коэффициенты фильтрации для участка площадки ТЭЦ и участка золошлакозаклада. Качественная оценка защищенности ґрунтовых вод проводилась по уровню их залегания, мощности и фильтрационным свойствам слабопроницаемых пород зоны аэрации. Ґрунтовые воды участка площадки ТЭЦ оценены как III категория, то есть подземные воды слабо защищены, для площадки золошлакозаклада категория защищенности подземных вод II, то есть подземные воды защищены. Результаты исследований подземных вод первого от поверхности четвертинно-верхнемелового водоносного комплекса на участке золошлакозаклада указывают на наличие трансформации химического состава вокруг него за счет фильтрации вод с золоотвала, что подтверждает незащищенность ґрунтовых вод от загрязнения. Признаками этого является повышенное содержание в воде с наблюдательных скважин хлоридов, сульфатов, натрия, ионов железа.

Ключевые слова: подземные воды, загрязнение, защищенность, категория, баллы.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. На сучасному етапі розвитку суспільства однією з основних проблем є забезпечення тепловою та електричною енергією, тому об'єкти теплоенергетики є невід'ємною складовою інфраструктури міста. Споживаючи природні ресурси, вони є джерелами забруднення навколишнього середовища. За даними Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні в 2015 році [1] у розрізі видів економічної діяльності найбільша частка викидів забруднюючих речовин – 41,1 % (без урахування діоксиду вуглецю) - припадає на виробництво та постачання електроенергії, газу, води. Забруднюючі речовини з відхідних газів теплоелектростанцій, які осідають на прилеглих територіях, з атмосферними опадами потрапляють в поверхневі та ґрунтові води, фільтрат з золошлаковідвалу потрапляє в підземні водоносні горизонти [2-6]. Тому для оцінки впливу об'єктів теплоенергетики на довкілля потрібно дослідження шляхів міграції забруднюючих речовин у всіх компонентах навколишнього середовища. Особливо гостро стоїть питання забруднення підземних вод,

які є джерелами господарсько-побутового та питного водопостачання.

В зв'язку з цим виникає необхідність в проведенні оцінки умов захищеності підземних вод від забруднення, що дозволяє прогнозувати можливість інфільтрації забруднюючих речовин з поверхні землі в водоносні горизонти, обґрунтовувати та розробляти заходи по попередженню потрапляння забруднюючих речовин у водоносні горизонти.

Мета роботи полягає у визначенні захищеності підземних вод в районі впливу Сумської теплоелектростанції.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Основні джерела потенційного забруднення гідросфери в зоні впливу Сумської ТЕЦ – це територія підприємства, зона аерації, де шкідливі речовини з відхідних газів осідають на поверхні ґрунту та мігрують у ґрунтові води з опадами та талою водою і територія золовідвалу, з якої шкідливі речовини потрапляють в ґрунтові та підземні води.

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

Можливість забруднення підземних вод з поверхні землі в значній мірі визначається захищеністю водоносних горизонтів. Під захищеністю водоносного горизонту від забруднення розуміється його перекриттям відкладеннями, що перешкоджають проникненню забруднюючих речовин з поверхні землі або з вище розташованого водоносного горизонту. Принципи дослідження гідрогеологічної захищеності ґрунтуються на наступних положеннях (по В. М. Гольдбергу та ін.) [7]:

- класифікація об'єктів і оцінка концентрації техногенних компонентів по площі і часу, що надходять в підземну середу внаслідок техногенезу;
- вивчення структурних, літологічних, мінералого-геохімічних і ємнісних властивостей порід геологічного розрізу;
- дослідження гідрогеологічних факторів техногенної захищеності підземної гідросфери від техногенного впливу;
- встановлення характеру фізико-хімічних процесів в системі «техногенез – літосфера – підземні води»;
- типізація техногенезу і районування території по техногенному навантаженню; розробка рекомендацій щодо інженерного захисту літосфери від антропогенного впливу техногенних об'єктів.

Захищеність підземних вод залежить від багатьох факторів, які можна розбити на дві групи: техногенні та природні. До техногенних факторів насамперед слід віднести умови знаходження забруднюючих речовин на поверхні землі і характер їх проникнення у підземні води; хімічний склад забруднюючих речовин і, як наслідок, їх міграційну здатність, сорбційні властивості, хімічну стійкість, час розпаду, характер взаємодії з породами і підземними водами. Значну загрозу підземним водам чинять рідкі промислові відходи, тому що для їх проникнення в підземні води необхідно менше часу, ніж для інфільтрації твердих і газоподібних відходів.

Характеризуючи техногенні фактори впливу Сумської ТЕЦ на підземні води виділяємо територію підприємства та територію золошлакозакладачу.

Потенційними джерелами забруднення підземних вод на промисловому майданчику Сумської ТЕЦ є вугільне поле та реагентне господарство.

Золошлаковідвал Сумської ТЕЦ представляє собою двохсекційний відстійник ємністю 195 тис. м³ з розмірами секцій у плані 150х178 м кожна, загальною площею 5,3 га, до якого надходить золошлакова суміш шляхом гідротранспортування та стічні води системи хімоводоочищення. Зола кам'яного вугілля містить цілий ряд важких металів, які під час контакту золошлакової суміші з атмосферними опадами здатні вилугуватися, переходити у розчинні форми і потрапляти до ґрунтових вод шляхом інфільтрації. Як показали дослідження [8], особливо високі концентрації у золі та шлаках наступних елементів: V (400-500

мг/кг), Cr (350- 400 мг/кг), Cu (200-300 мг/кг), Pb (200-300 мг/кг), Zn (80-300 мг/кг), що ставить задачу розробки заходів по попередженню потрапляння забруднюючих речовин у підземні водоносні горизонти. Кількість води системи гідрозоловидалення, що надходить до золовідвалу, становить 223267 м³/рік, загальні об'єми стічних вод системи хімоводоочищення та живлення котлів - 407062 м³/рік. Система гідрозоловидалення включає оборотне використання освітленої води, яка після відстоювання подається із золовідвалу до майданчика ТЕЦ. Об'єми оборотної системи водокористування становлять 1715398 м³/рік. Таким чином, з урахуванням річної кількості атмосферних опадів та випаровування води із золовідвалу, приблизно 633209 м³/рік води випаровується або інфільтрується до першого від поверхні водоносного горизонту. Аналіз проб води, яка перебуває у золошлакозакладачу, показує, що вона характеризується змінним складом у залежності від сезону відбору, тобто від кількості атмосферних опадів та інтенсивності випаровування. В аніонному складі домінують сульфати і хлориди з попереминим переважаанням, а в катіонному - головними виступають відповідно кальцій і натрій. Мінералізація води коливається у межах 900-1200 мг/дм³. За водневим показником вода є нейтральною (рН 7,3-7,5), іноді відзначається підвищеною лужністю - рН до 9,0.

До основних природних факторів захищеності підземних вод належать: глибина до рівня підземних вод, наявність в розрізі і потужність слабопроникних порід, літологія і сорбційні властивості порід, співвідношення рівнів досліджуваного і вище розташованих водоносних горизонтів. Значний вплив мають також кліматичні умови.

Територія міста Суми розташована в південно-західній частині Сумської області в межах Хотинсько-Краснопільського фізико-географічного району Сумської лісостепової області. В цілому територія області характеризується помірно континентальним кліматом. Середньорічна кількість опадів по м. Суми складає 0,0017 м/добу, температурний градієнт 280 К на поверхні ґрунту та 275 К на глибині трьох метрів.

У геоморфологічному відношенні територія являє собою приуслово-терасний затон річки Псел з перепадами висот близько 24 метрів. Переважаючі рівні висот прив'язані до притерасних територій і складають 147,0 м, а мінімальні відмітки прив'язані до затону – 124,0 м. Максимальні ухили поверхні до 15% зафіксовані на крутих схилах річкової долини.

Майданчик Сумської ТЕЦ.

У геоморфологічному відношенні майданчик Сумської ТЕЦ розташований на правому березі р. Псел в межах її IV надзаплавної тераси. Верхня частина геологічного розрізу даної території складається четвертинними, палеогеновими і крейдовими відкладами. Крейдові відклади представлені білою крейдою, у верхній частині тріщинуватою водоносною, покривля якої залягає на глибині 23-25 м. Крейда перекривається зеленувато-

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

сірими тріщинуватими опоками, потужність яких становить близько 5 м. Завдяки відсутності у розрізі витриманого водотриву, дана товща утворює єдиний безнапірний водоносний комплекс з достатньо глибоким від поверхні землі рівнем залягання ґрунтових вод – до 30 м. Водовмісними породами виступають тріщинуваті опоки палеоцену та крейда, що й обумовлює хімічний склад підземних вод. Даний комплекс перекриває товща четвертинних пісків та суглинків потужністю до 18 м, а з глибини 10-11 м до поверхні землі залягають лесоподібні суглинки з прошарками викопних ґрунтів. Потік підземних вод даного горизонту відбувається переважно у північно-східному напрямку, тобто у бік р. Псел з достатньо великими градієнтами потоку (від 0,0039 до 0,01).

Ділянка золошлаковідвалу Сумської ТЕЦ.

Золошлаковідвал розташований на лівому низькому березі р. Псел. На цій ділянці покривля верхньокрейдових відкладів залягає на глибині 8-22 м від поверхні землі. Крейда перекривається четвертинними алювіальними піщано-глинистими відкладами заплавних і старичних фацій (піски від дрібних до пилюватих, супіски з малопотужними прошарками замулених, місцями заторфованих суглинків). Тріщинуваті мергельно-крейдові породи утворюють з четвертинними осадками єдиний безнапірний водоносний комплекс з рівнями залягання підземних вод 2,5-7 м від поверхні землі. Безпосередньо на майданчику золовідвалу, розріз доповнюється техногенними насипними утвореннями - золошлаковою сумішшю і ґрунтами, що складають обвалування. Рух підземних вод на цій ділянці спрямований за рельєфом на південь у бік русла р. Псел з градієнтом потоку близько 0,007.

Захищеність підземних вод можна охарактеризувати якісно і кількісно [9]. У першому випадку в основному розглядаються тільки природні фактори і оцінка проводиться за сумою умовних балів. Кількісна оцінка базується на природних, техногенних, а також на фізико-хімічних факторах і може бути виконана на основі визначення часу, за який забруднюючі речовини досягнуть рівня підземних вод. Бальна оцінка захищеності ґрунтових вод детально розроблена В.М.Гольдбергом [7]. Сума балів, що залежить від умов залягання ґрунтових вод, потужностей слабопроникних відкладень і їх літологічного складу, визначає ступінь захищеності ґрунтових вод. За літологічними і фільтраційним властивостям слабопроникних відкладень виділяють три групи: а - супіски, легкі суглинки (коефіцієнт фільтрації (k) - 0,1 - 0,01 м/добу), с - важкі суглинки і глини (k < 0,001 м/добу), b - проміжна між а і с - суміш порід груп а і с (k 0,01 - 0,001 м/добу).. Визначальну захисну роль при міграції забруднюючих речовин відіграють насамперед ґрунтові шари. Потім вже слід розглядати захисні властивості, що визначаються складом порід зони аерації. Існують і інші підходи щодо якісної оцінки захисної ролі зони аерації в балах, що враховують значущість

впливу різних природних факторів, причому сума балів характеризує певну категорію захищеності ґрунтових вод. Зокрема, в США набули поширення пропозиції викладені в програмі DRASTIC, в якій в якості параметрів, що визначають умови захищеності ґрунтових вод, розглядаються не тільки характеристики ґрунту і зони аерації, але також і склад порід водоносного горизонту.

Найбільш універсальною є оцінка захищеності за часом фільтрації забруднюючих речовин з поверхні землі до дзеркала підземних вод, а потім і в напірний горизонт. Чим гірше водопровідні властивості цих порід, тим менший об'єм забруднених вод, які надходять в водоносний горизонт і тим краще його захищеність.

У разі неоднорідної шаруватої будови зони аерації застосовується наближений підхід: приведення неоднорідного розрізу до однорідного із середнім коефіцієнтом фільтрації, який визначається за формулою (1) [10]:

$$k_{\text{сеп}} = \frac{m}{\left(\frac{m_1}{k_1} + \frac{m_2}{k_2} + \dots + \frac{m_i}{k_i} \right)}, \quad (1)$$

де m – потужність зони аерації ($m = m_1 + m_2 + \dots + m_i$), m ; m_1, m_2, m_i – потужність фільтраційних шарів, м; k_1, k_2, k_i – коефіцієнти фільтрації, м/добу.

Застосуємо формулу (1) для розрахунку середнього коефіцієнта фільтрації зони аерації майданчика Сумської ТЕЦ :

$$k_{\text{сеп.м.}} = \frac{18}{\left(\frac{8}{0,01} + \frac{10}{0,001} \right)} = 0,0017 \text{ м / добу};$$

та золошлаковідвалу:

$$k_{\text{сеп.з.}} = \frac{7}{\left(\frac{3}{0,1} + \frac{4}{0,01} \right)} = 0,016 \text{ м / добу}.$$

Отримані дані свідчать про недостатню захищеність підземних вод в районі майданчика Сумської ТЕЦ та золошлаковідвалу цього підприємства.

Внаслідок слабкої вивченості фільтраційних властивостей порід зони аерації реальна якісна оцінка захищеності проводилась за трьома показниками: глибині рівня ґрунтових вод, потужності слабопроникних порід в розрізі зони аерації та коефіцієнту фільтрації цих порід [11] (табл.1). Кожна категорія захищеності характеризується сумою балів. Більш високим категоріям відповідає більша сума балів. Кількість балів визначається виходячи з часу фільтрації забруднюючих речовин з поверхні землі до геологічного середовища. В якості базової одиниці для оцінки балів було прийнято час фільтрації через зону, складену добре проникними породами ($k = 2 \text{ м / добу}$) потужністю 10 м.

За сумою балів виділяють шість категорій [9], які наведені в таблиці 2.

Таблиця 1 – Бальна оцінка захищеності підземних вод

Рівень ґрунтових вод, м					Сумарна потужність (м) та літологія слабопроникного шару														
<5	10-20	20-30	30-40	>40	0-2			2-4			4-6			6-8			8-10		
					a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
1	2	3	4	5	1	1	2	2	3	4	3	4	6	4	6	8	5	7	10

Продовження таблиці 1

Сумарна потужність (м) та літологія слабопроникного шару																	
10-12			12-14			14-16			16-18			18-20			більше 20		
a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
6	9	12	7	10	14	8	12	16	9	13	18	10	15	20	12	18	21

Таблиця 2 – Категорії захищеності підземних вод

Сума балів	<5	5-10	10-15	15-20	20-25	>25
Категорія	I	II	III	IV	V	VI

Відповідно до табл. 1, 2 для майданчика ТЕЦ категорія захищеності підземних вод III, тобто підземні води слабо захищені, для майданчика золошлаконакопичувача категорія захищеності підземних вод II, тобто підземні води незахищені.

Дослідження підземних вод в районі розташування Сумської ТЕЦ показали наступне [12]. Підземні води майданчика ТЕЦ характеризуються достатньо стабільним гідрохімічним режимом. Колювання мінералізації води у часі невеликі, відбуваються переважно за рахунок вмісту гідрокарбонатів і пов'язані із сезонними колюваннями у живленні водоносного горизонту. Перевишень ГДК для підземних вод на майданчику ТЕЦ не виявлено.

Результати досліджень підземних вод першого від поверхні четвертинно-верхньокрейдового водоносного комплексу на ділянці золошлаконакопичувача вказують на наявність трансформації їх хімічного складу навколо нього за рахунок фільтрації вод із золівідвалу. Ознаками цього є підвищений вміст у воді із спостережних свердловин хлоридів, сульфатів, натрію, заліза.

Дані про якість підземних вод підтверджуються оцінкою захищеності підземних вод.

ВИСНОВКИ. Проведені дослідження по оцінці захищеності підземних вод в районі розташування Сумської ТЕЦ показали різну захищеність підземних вод на майданчику ТЕЦ та ділянці розміщення золошлаконакопичувача. Розраховані середні коефіцієнти фільтрації для ділянки майданчика ТЕЦ та ділянки золошлаконакопичувача показали недостатню захищеність підземних вод. Якісна оцінка захищеності ґрунтових вод проводилась по рівню їх залягання, потужності та фільтраційним властивостям слабо проникних порід зони аерації. Ґрунтові води ділянки майданчика ТЕЦ оцінені як III категорія, тобто підземні води слабо захищені, для майданчика золошлаконакопичувача категорія захищеності підземних вод II, тобто підземні води незахищені. Результати досліджень підземних вод першого від поверхні четвертинно-верхньокрейдового водоносного комплексу на ділянці золошлаконакопичувача підтвердили

отримані результати по захищеності підземних вод. Дані досліджень вказують на наявність зміни їх хімічного складу навколо нього за рахунок фільтрації вод із золівідвалу.

Таким чином, оцінка захищеності підземних вод від забруднення є необхідним заходом забезпечення екологічної безпеки при проектуванні та експлуатації об'єктів теплоенергетики.

ЛІТЕРАТУРА

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні в 2015 році. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua/docs/activity-dopovidi/NacDopovid2015.pdf>
2. Крупская, Л.Т. Геоэкология ландшафтов зоне влияния теплоэлектростанции: монография / Л.Т. Крупская, В.Т. Старожилов – Владивосток: ДВГУ, 2009. – 122 с.
3. Прибилова, В.М. Особливості накопичення забруднювачів в зоні впливу Змієвської ТЕС / В.М. Прибилова, В.О. Жемерова, І.К. Решетов // Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна: Геологія-географія-екологія – 2010. – № 882. – С. 62.
4. Singh, R.K. The leaching characteristics of trace elements in coal fly ash and an ash disposal system of thermal power plants / Singh, R.K.; Gupta, N.C.; Guha, B.K. // Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental, 2012. – 34 – P. 602–608.
5. Kanmani, S. Assessment of heavy metal contamination in soil due to leachate migration from an open dumping site / Kanmani, S., Gandhimathi, R. // Applied Water Science, 2013 – 3 – P. 193–205.
6. Черенцова, А.А. Оценка влияния золоотвала Хабаровской ТЕЦ-3 на компоненты окружающей среды / А.А. Черенцова // Электронное научное издание «Ученые заметки ТОГУ» – 2012, том 3. №1. – С. 29–42.
7. Гольберг, В. М. Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды. / В. М. Гольберг // – Л.: Гидрометеиздат, 1987 – 248 с.
8. Войтюк, Ю.Ю. Закономірності розподілу важких металів в об'єктах навколишнього середовища м. Суми / Ю.Ю. Войтюк, І.В. Курасв, Г.А. Кроїк, О.В. Мацібора // Вісник

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

Дніпропетровського університету. Геологія, географія., 2016, №24, Ч. 2, С. 18–24.

9. Заносова, В.И. К методологи еколого-гідрологічних оцінок стану територій / В.И. Заносова // Ползуновский вестник № 4-2, 2011. С. 11–14

10. Питьева, К. Е. Гидрогеохимия. / К. Е. Питьева // М.: МГУ, 1988, 431 с.

11. Варданян, В.П. Особенности оценки естественной защищенности водоносных

горизонтов/ В.П. Варданян, А.О. Агинян // Ученые записки Ереванского государственного университета, 2008, № 3, с. 142 – 147

12. Пляцук, Л. Д. Моніторинг підземних вод в районі розміщення Сумської ТЕЦ / Л. Д. Пляцук, Г. М. М'якаєва, О. В. М'якаєв // Екологічна безпека. – 2016. – Вип. 2. – С. 29-34.

EVALUATION OF GROUNDWATER PROTECTION IN THE AREA OF THE SUMY TPP

L. Pliatsuk, H. Miakaieva, L. Hurets

Sumy State University

vul. Rymaskogo-Korsakova, 2, 40007, Sumy, Ukraine. E-mail: hannamiakaieva@gmail.com

Purpose. To determine the protection of groundwater in the area of influence of the Sumy thermal power plant.

Methodology. The qualitative estimation of groundwater protection was carried out in the points by the depth, volume and filtration properties of poorly permeable rocks of the aeration zone Results. **The results** of investigations of the assessment of groundwater protection in the area of the Sumy TPP plant are presented. Man-made and natural factors that affect the protection of groundwater in the area of industrial site of TPP and ash and slug dump are analyzed. The average coefficients of filtration for the site of the TPP and ash and slug dump are estimated. The qualitative assessment of groundwater protection was carried out in points according to the Holberg method. The results of research of groundwater of the first from the surface aquifer complex on the ash and slug dump indicate the presence of a transformation of their chemical composition around it by water filtration from the ash dump, which confirms the insecurity of groundwater from pollution. Sign of this is the increased content in water from observation wells of chlorides, sulfates, sodium, iron ions. **Practical value.** The conducted studies on the assessment of the protection of groundwater in the area of location of the Sumy TPP showed different protection of groundwater at the site of the thermal power plant and at the location of the ash and slug dump. The average filtration coefficients for the site of the TPP and the area of the ash and slug dump and the ballistic assessment of the protection showed insufficient protection of groundwater in the area of the location of Sumy TPP. The conducted studies have shown the need for measures to prevent the filtration of pollutants from the body of ash and slag dump. *References 12, tables 2.*

Key words: groundwater, pollution, protection, category, points.

REFERENCES

1. National report on the state of the environment in Ukraine in 2015, available at: <http://www.menr.gov.ua/docs/activity-dopovidi/NacDopovid2015.pdf>

2. Krupskaja, L.T. and Storozhilov V.T. (2009) *Heoekologiya landshaftov v zone vliyaniya teploelektrostantsii* [Geoecology of landscapes in the zone of influence of thermal power plant], DVGU, Vladivostok, Russia.

3. Prybylova, V.M., Zhemerova, V.O. and Reshetov, I.K. (2010) "Peculiarities of accumulation of pollutants in the zone of influence of Zmiivska TPP", *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, series "Geology. Geography. Ecology"*, no.882, p.62.

4. Singh, R.K. The leaching characteristics of trace elements in coal fly ash and an ash disposal system of thermal power plants / Singh, R.K.; Gupta, N.C.; Guha, B.K. // *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental*, 2012. – 34 – P.602-608.

5. Kanmani, S. Assessment of heavy metal contamination in soil due to leachate migration from an open dumping site / Kanmani, S., Gandhimathi, R. // *Applied Water Science*, 2013 – 3 – P.193-205.

6. Chernetsova, A.A. (2012) "Estimation of influence of ash disposal area of the Khabarovsk CHP-3 on the environment", *Electronic scientific journal*

"Scientists notes PNU", vol.3, no.1, available at: <http://pnu.edu.ru/ejournal/pub/articles/93/> (accessed February, 13, 2012).

7. Gol'dberg V.M. (1987), *Vzaimosvyaz zagryazneniya podzemnyih vod i prirodnoy sredy* [The relationship of groundwater contamination and the environment], *Gidrometeoizdat*, Leningrad, Russia.

8. Vojtyuk Yu.Yu. and Kurayev I.V., Kroyik G.A., Macibora O.V. (2016) "Patterns of the distribution of heavy metals in the objects of the environment of the city of Sumy" *Dnipropetrovsk University bulletin. Geology, geography.*, no. 24, part 2, pp. 18- 24.

9. Zanosova, V.I. (2011) "To methodologists of ecological-hydrogeological assessments of the state of territories", *Polzunovsky vestnik*, no. 4-2, pp. 11-14.

10. Py't'eva, K. E. (1988), *Gidrogeohimiya*. [Hydrogeochemistry], Moscow State University, Moscow, Russia.

11. Vardanyan V.P., Aginyan A.O. (2008) "Features of assessing the natural protection of aquifers" *Proceedings of Yerevan State University*, no. 3, pp. 142 – 147.

12. Pliatsuk L.D. and Miakaieva H.M. (2016), "Monitoring of groundwater in the area of the Sumy TPP", *Environmental Safety, Kremechuk*, vol. 2, pp. 29-34.