

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ

¹Є.І. Крижанівський, ²Г.В. Кошлак

¹ІФНТУНГ; 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42453;
e-mail: rector@nimg.edu.ua

²ПолтНТУ; 36011, м. Полтава, Першотравневий проспект, 24, тел. (0532) 561604;
e-mail: k44.052.06_pntu@pntu.edu.ua

Робота присвячена дослідженню екологічних особливостей території навколо Буриштинської електричної станції і аналізу впливу викидів ТЕС на довкілля та здоров'я людини. Відсутність якісного палива та морально застаріле обладнання призводить до наднормативних викидів хімічних газоподібних сполук і твердих часток в атмосферне повітря. Саме ці викиди є основними джерелами хімічного неканцерогенного, канцерогенного та радіоактивного забруднення атмосферного повітря, що впливають на якість життя та здоров'я населення. Розглянуто вплив твердих відходів (золи-виносу та золи у золовідвалах) на довкілля. Визначено внесок складових летючої золи в забруднення атмосферного повітря. Проведено оцінку сучасного екологічного стану довкілля. Запропоновано заходи для зменшення техногенного навантаження ТЕС та прогноз змін екологічної ситуації при впровадженні технічних рішень, скерованих на зменшення зазначених викидів.

Ключові слова: екологія енергетики, теплові електричні станції, техногенні відходи.

Работа посвящена исследованию экологических особенностей территории вокруг Буриштинской электрической станции и анализу влияния выбросов ТЭС на окружающую среду и здоровье человека. Отсутствие качественного топлива и морально устаревшее оборудование приводит к сверхнормативным выбросам химических газообразных соединений и твердых частиц в атмосферный воздух. Именно эти выбросы являются основными источниками химического неканцерогенного, канцерогенного и радиоактивного загрязнения атмосферного воздуха, которые влияют на качество жизни и здоровье населения. Рассмотрено влияние твердых отходов (зола-выноса и зола в золоотвалах) на окружающую среду. Определен вклад составляющих зола в загрязнение атмосферного воздуха. Проведена оценка современного экологического состояния окружающей среды. Предложены меры по уменьшению техногенной нагрузки ТЭС и прогноз изменений экологической ситуации при внедрении технических решений, которые направлены на уменьшение указанных выбросов.

Ключевые слова: экология энергетики, тепловые электрические станции, техногенные отходы.

The article is devoted to studying of ecological features of the technogenic territories around the Burshytyn power plant and analysis of the TPP emissions impact on the environment and human health. Lack of high-quality fuel and obsolete equipment result in excessive emissions of gaseous chemical compounds and particulate matter into the air. These emissions are the main sources of chemical non-cancerogenic, radioactive and cancerogenic air pollution that affect the quality of life and health of the population. The influence of the solid wastes (fly ash and ash in the ash dumps) on the environment was considered. The contribution of the ash components into air pollution was determined. Assessment of the current ecological state of the environment was conducted. Measures to reduce anthropogenic impact of the thermal power plants and predictions of the ecological changes in the situation when implementing technical solutions, which are designed to reduce these emissions, were suggested.

Keywords: ecology of power engineering, thermal power plants, technological wastes.

Постановка проблеми

Вплив теплових електростанцій на навколишнє середовище багато в чому залежить від виду палива. Вугілля є "найбруднішим" з усіх джерел енергії та робить найбільший внесок в глобальну зміну клімату. За офіційними даними Міненерговугілля в Україні працює 14 великих конденсаційних ТЕС п'яти генеруючих компаній (табл. 1) сумарною встановленою потужністю 27,6 ГВт, з них вугільних енергоблоків – 21,8 ГВт, або близько 41 % потужностей об'єднаної енергосистеми України [1].

Теплові електростанції України мають 101 енергоблок з електричною потужністю від 100 до 800 МВт. Більшість енергоблоків ТЕС спроектовані для спалювання кам'яного вугілля вітчизняного видобутку з підсвічуванням мазутом або природним газом. Кам'яне вугілля наразі

складає 98% паливної бази ТЕС. ТЕС України споживають більше 35 млн. тонн вугілля із зольністю 23–25% і вмістом сірки більше 2%. Спалювання таких кількостей низькоякісного палива призводить до значних викидів забруднюючих речовин в атмосферу та утворення великої кількості твердих відходів (золи та шлаку).

На вугільні електростанції припадає найбільша частина викидів парникових газів в енергетиці, тому що вони мають найвищий коефіцієнт виходу двоокису вуглецю на одиницю виробленої електроенергії порівняно з всіма іншими видами викопного палива.

При спалюванні вугілля в атмосферу надходять значні кількості твердих часточок, що містять недопалений вуглець та оксиди важких металів, також викидаються чадний газ (СО) та токсичні органічні сполуки, включаючи бензапірен та діоксини, що мають канцерогенну дію,

Таблиця 1 – Теплові електростанції України

Назва ТЕС	Потужність, МВт	Основне паливо вугілля марки	Регіон
Бурштинська ТЕС	2321	Г	Івано-Франківська область
Запорізька ТЕС	2825	ГСШ	Запорізька область
Курахівська ТЕС	1517	Г	Донецька область
Луганська ТЕС	1185	АШ	Луганська область
Зуєвська ТЕС	1270	Г	Донецька область
Криворізька ТЕС	2274	Г	Дніпропетровська область
Придніпровська ТЕС	1195	АШ	Дніпропетровська область
Добротвірська ТЕС	500	Г	Львівська область
Ладжинська ТЕС	1800	ГСШ	Вінницька область
Вуглегірська ТЕС	3600	ГСШ	Донецька область
Зміївська ТЕС	2200	АШ, Т	Харківська область
Трипільська ТЕС	1800	АШ	Київська область
Старобешівська ТЕС	1975	АШ, Т	Донецька область
Слов'янська ТЕС	880	АШ, Т	Донецька область

летюча зола, сірчистий і сірчаний ангідриди, оксиди азоту, деяка кількість фтористих сполук, а також газоподібні продукти неповного згоряння палива.

Особливо шкідливими вважаються ті конденсаційні електричні станції, що працюють на низькосортних видах палива. До числа таких станцій відноситься і Бурштинська ТЕС. Викиди БуТЕС є постійним джерелом забруднення ґрунтів, ґрунтових вод, річок, атмосферного повітря та погіршують стан здоров'я населення, яке проживає на прилеглих територіях. Зменшення викидів забруднюючих речовин об'єктами теплової електроенергетики є одним з міжнародних зобов'язань України в рамках договору про приєднання до Енергетичного Співтовариства. Вказане обумовлює актуальність досліджень, направлених на розв'язання важливої науково-прикладної проблеми зменшення техногенного навантаження на довкілля теплових електричних станцій (на прикладі Бурштинської ТЕС).

Аналіз сучасних досліджень і публікацій

Бурштинська ТЕС входить до списку 100 підприємств України, що завдають найбільшої шкоди довкіллю та здоров'ю населення Карпатського регіону. Викиди розносяться повітрям на відстань до 100 кілометрів. Понад 20 % шкідливих речовин розсіюються за певних погодних умов під час інверсійних процесів навіть за межі не тільки Карпатського регіону, але і нашої країни. Зола та вугільний пил осідають у 30-кілометровому радіусі навколо станції.

Твердими відходами основного виробництва БТЕС є паливний шлак і зола. Лабораторні дослідження показують, що в 2015 році було утворено 847 853 т золи і 213 814 т шлаку, які на значній території поблизу БТЕС формують золовідвали (рис. 1) [2].

Золошлакові відходи містять в своєму складі важкі метали і радіонукліди, які повітряним шляхом або з водою потрапляють у біо-

сферу й становлять суттєву загрозу для населення погрожує екологічній безпеці та здоров'ю населення України [3-4].

Результати визначення хімічного складу проб матеріалів золи Бурштинської ТЕС наведено в таблицях 2-3.

Отже всі ці сполуки розсіюються в повітрі навколо БуТЕС через димові труби та шляхом вітрової ерозії золовідвалів. Забруднювачі разом з розігрітим повітрям з часом потрапляють на ґрунт, рослини та поверхневі води і осідають на поверхні у вигляді радіальних плям.

Дослідження екологічного стану навколо БуТЕС проводилося інститутом ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України та спеціалістами Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу у 2003-2004 роках у результаті проведених польових експедиційних досліджень із визначення якості атмосферного повітря над територією Галицького району.

Розповсюдження хімічних елементів на території Галицького району, завдяки діяльності БуТЕС [5, 6] показано на рис. 2.

У Галицькому районі, питома вага забруднень якого склала 85,1% у загальних викидах по області, в середньому на 1 квадратний кілометр обсяги викидів досягли 207,7 т. Це в 16,4 разів більше, ніж в середньому по області [7]. Стічні води ТЕС і зливі стоки з її території, забруднені відходами технологічних циклів енергоустановок і містять ванадій, нікель, фтор, феноли і нафтопродукти. У димових газах БуТЕС містяться газоподібні продукти окислення вуглецю, сірки та азоту. Значна частина викидів припадає на вуглекислий газ - близько 1 млн. т. Зі стічними водами теплової електростанції щорічно видалається 66 тонн органіки, 82 тони сірчаної кислоти, 26 тонн хлоридів, 41 тонна фосфатів і майже 500 тонн зважених часток. Зола електростанції містить підвищені концентрації важких, рідкісноземельних і радіоактивних речовин.



Рисунок 1 – Золівідстійник Бурштинської ТЕС (відбір проб з верхнього горизонту)

Таблиця 2 – Лабораторні дані хімічного складу золи-виносу Бурштинської ТЕС

Речовина	Формула	Вміст, %
Двоокис кремнію	SiO ₂	45,48 - 58,65
Оксид алюмінію	Al ₂ O ₃	16,75 - 16,9
Оксид заліза	Fe ₂ O ₃	5,99 - 7,16
Оксид магнію	MgO	0,76 - 1,4
Оксид кальцію	CaO	8,22-16,0
Оксид марганцю	MnO	0,087-0,1
Оксид титану	TiO ₂	0,63 - 0,85
Триоксид сірки	SO ₃	0,27 - 1,0
Оксид фосфору	P ₂ O ₅	0,015 - 0,02
Оксид калію	K ₂ O	1,88 - 2,05
Оксид натрію	Na ₂ O	0,3 - 0,69

Таблиця 3 – Лабораторні дані хімічного складу золи з золівідвалу Бурштинської ТЕС

Речовина	Формула	Вміст, %
Двоокис кремнію	SiO ₂	46,67 - 50,69
Оксид алюмінію	Al ₂ O ₃	21,43 – 25,18
Оксид заліза	Fe ₂ O ₃	13,35 - 17,35
Оксид магнію	MgO	1,99 - 2,42
Оксид кальцію	CaO	4,12-4,57
Оксид марганцю	Mn ₃ O ₄	0,23-0,34
Оксид титану	TiO ₂	0,68 – 0,84
Триоксид сірки	SO ₃	0,37 – 0,58
Оксид фосфору	P ₂ O ₅	0,18 - 0,36
Оксид калію	K ₂ O	1,3 – 1,9
Оксид натрію	Na ₂ O	0,47 - 0,52

На рисунках видно, що найбільш забруднені хімічними елементами (табл. 2, 3) ділянки співпадають з територіями, які займають Бурштинська ТЕС та золівідвали.

Постановка задачі

Метою даної роботи є дослідження динаміки зміни кількості забруднень на території Галицького району, розробка рекомендацій

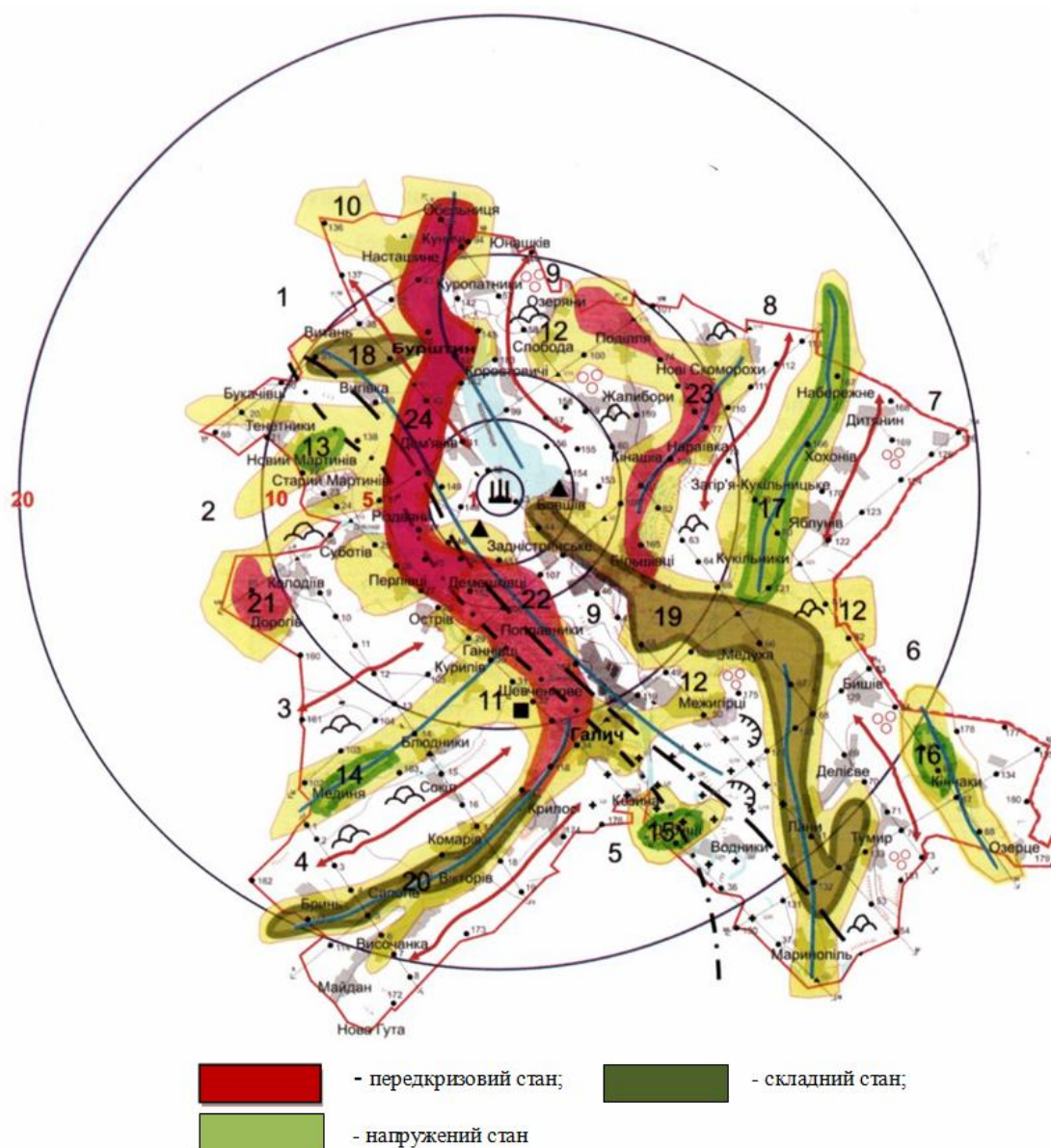


Рисунок 2 – Сучасна екологічна ситуація Галицького району

щодо покращення екологічного стану довкілля та прогнозування екологічної ситуації на найближчі роки. Оскільки техногенне навантаження на довкілля ТЕС є типовим для електричних станцій, що працюють на вугіллі, результати цієї роботи можуть розповсюджуватися для всіх ТЕС.

Основний матеріал і отримані результати

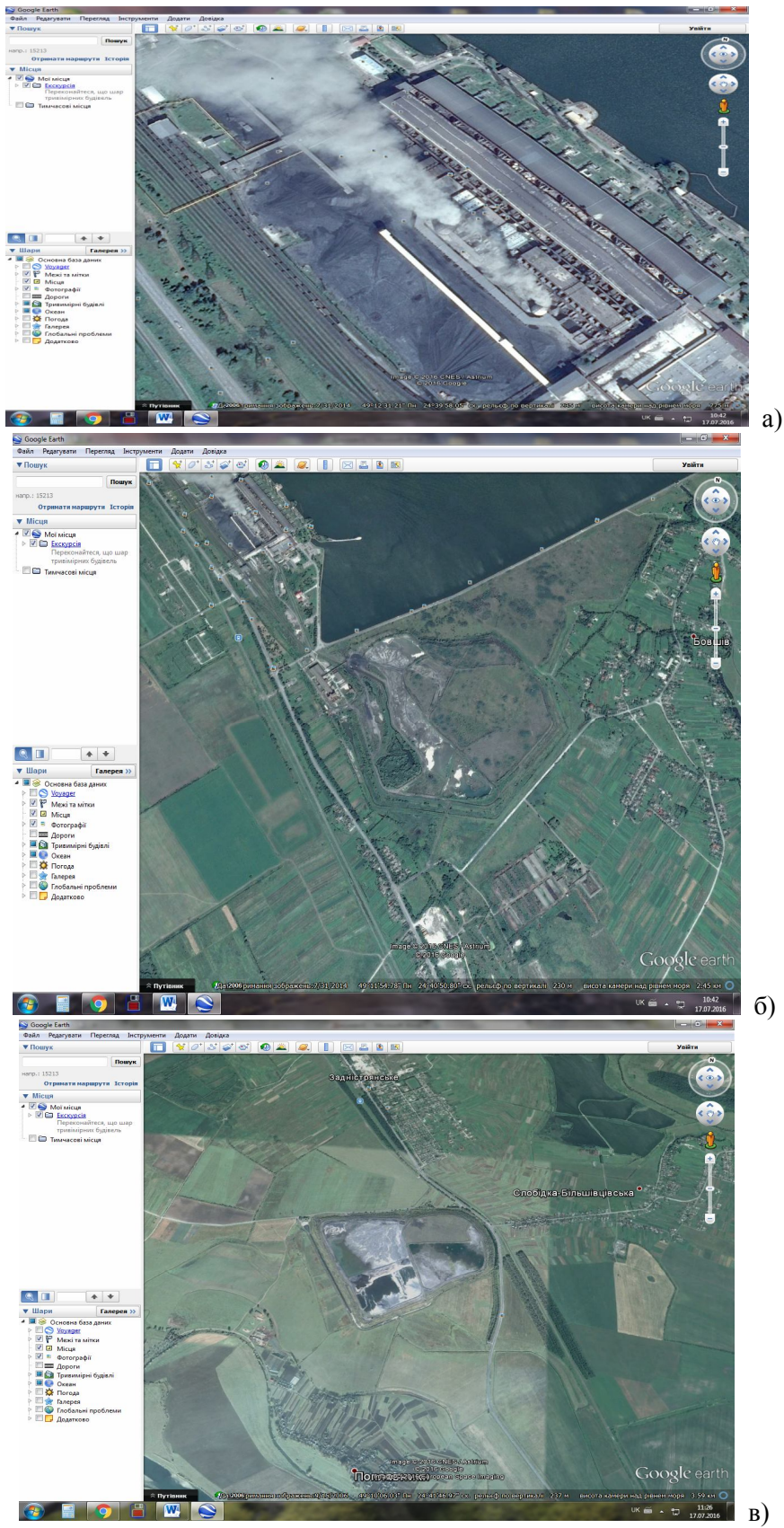
На території БуТЕС можна виділити три основних джерела розповсюдження шкідливих викидів: золовідвали; три димові труби та стічна вода.

Викиди із димових труб. Спалювання вугілля на БуТЕС пов'язане з утворенням продуктів згоряння, які містять летючу золу, частки недопаленого пилуватого вугілля, сірчистий ангідрид, оксиди азоту та газоподібні продукти неповного згоряння, а при спалюванні мазуту, окрім того, ще і сполуки ванадію, солі натрію, кокс та частки сажі. В золі міститься миш'як,

вільний діоксид кремнію, вільний оксид кальцію та ін.

В даних дослідженнях за допомогою програми ЕОЛ виконано розрахунки концентрацій шкідливих речовин в приземному шарі атмосфери. В результаті для кожної речовини, що викидається від кожного джерела, отримали дані про відповідне розповсюдження речовини з урахуванням особливостей місцевості та кліматичних умов. З отриманих файлів вибрали інформацію про концентрацію шкідливих речовин в приземному шарі атмосфери в частках гранично допустимої концентрації (ГДК). За допомогою програми ЕХСЕЛ сформували вибрані дані в текстовий файл формату csv.

У даному файлі записані географічні координати контрольних точок (довгота і широта) та розраховані концентрації речовин. Координати контрольних точок визначались шляхом перерахунку відстаней контрольних точок розрахункової сітки (координати в таблиці з .rtf файлу) від точки викиду шкідливих речовин.



а) № 1; б) № 2; в) № 3
Рисунок 3 – Золовідвали БуТЕС

Географічна координата джерела викидів визначена в координатній проекції EPSG:4326 WGS 84 за допомогою сервісу GoogleEarth.

Так само визначалися розрахункові дані для золовідвалів (рис. 3).

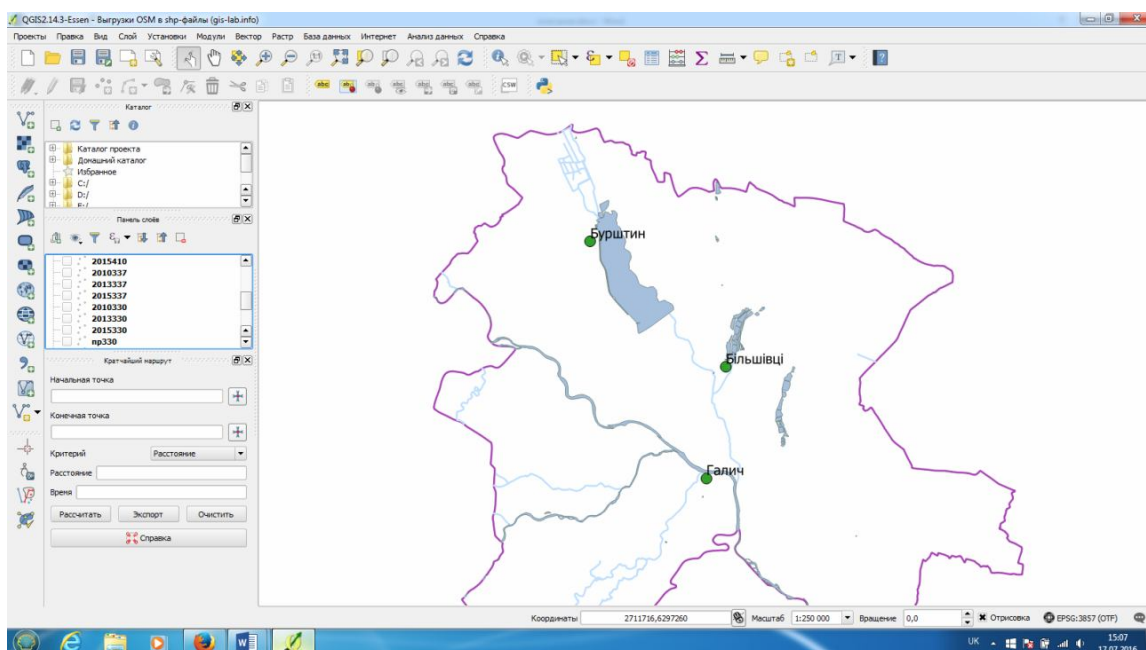


Рисунок 4 – Прототип карти забруднення

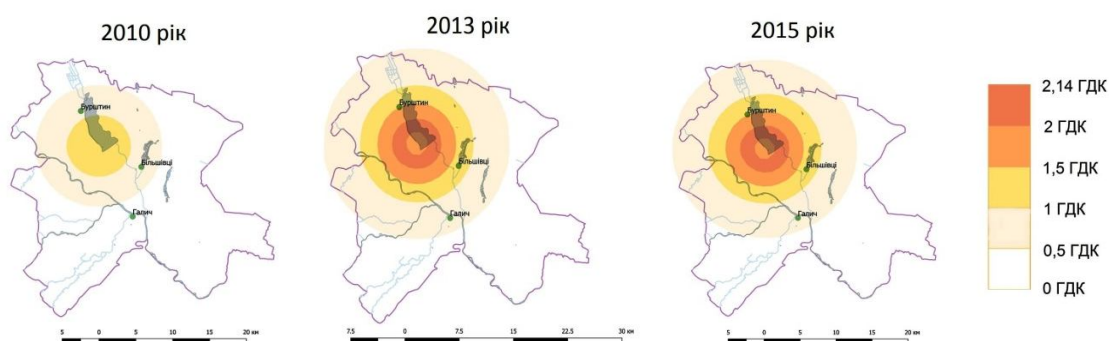


Рисунок 5 – Динаміка зміни концентрації діоксиду азоту у приземному шарі атмосфери

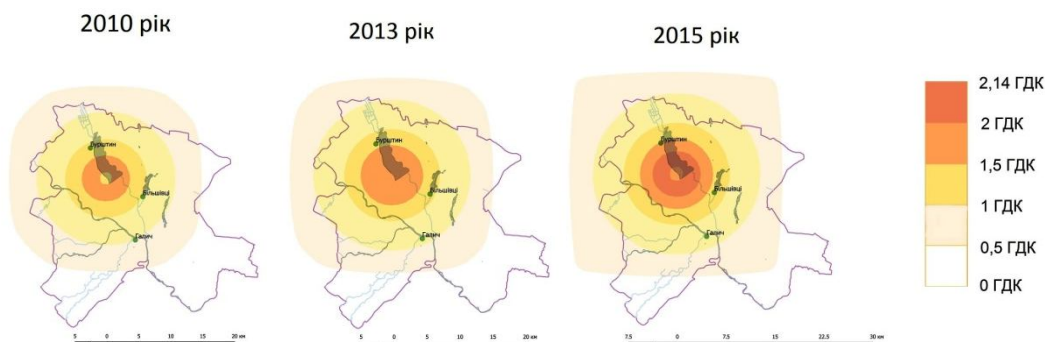


Рисунок 6 – Динаміка зміни концентрації сірчистого ангідриду у приземному шарі атмосфери

Кожен файл .csv завантажувався у програму QGIS як окремий векторний шар та трансформовався у спеціальний формат векторних шарів shp, після чого накладався на карту району досліджень, яка теж представлена .shp файлом, завантаженим з сервера геоданих сайту <http://www.qgis.org/ru/site/>.

В результаті отримуємо прототип карти забруднення (рис. 4).

Таким чином, використовуючи дані з екопаспортів БуТЕС за 2010, 2013, 2015 роки та власні дослідження побудовано карти району, на яких позначено області забруднень та рівень у ГДК (рис. 5-9).

На розрахункових схемах позначена область діаметром 30 км. Починаючи з 2013 року можна спостерігати перевищення ГДК в 1,5 – 2,14 разів в діаметрі 20 км. Перевищення ГДК

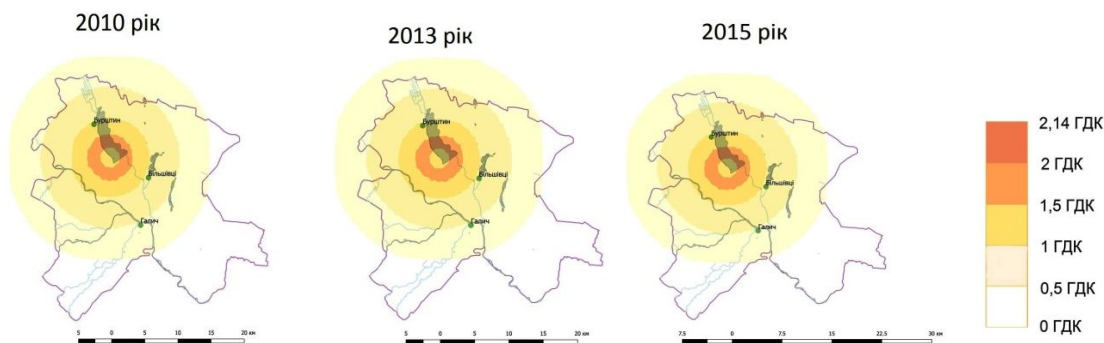


Рисунок 7 – Динаміка зміни концентрації оксиду вуглецю у приземному шарі атмосфери

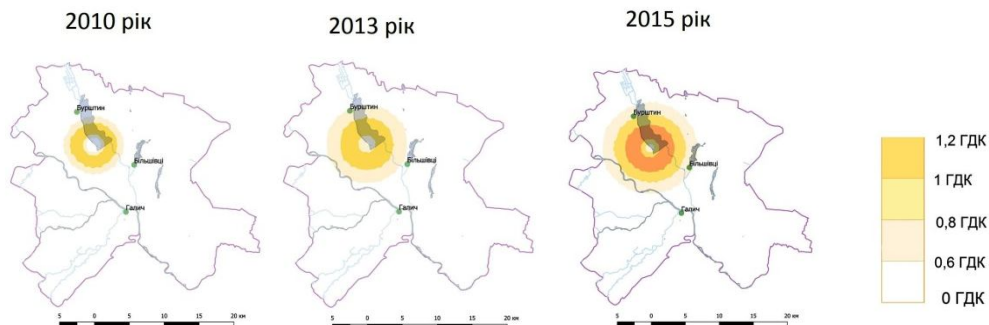


Рисунок 8 – Динаміка зміни концентрації неорганічного пилу, який містить двоокис кремнію у приземному шарі атмосфери

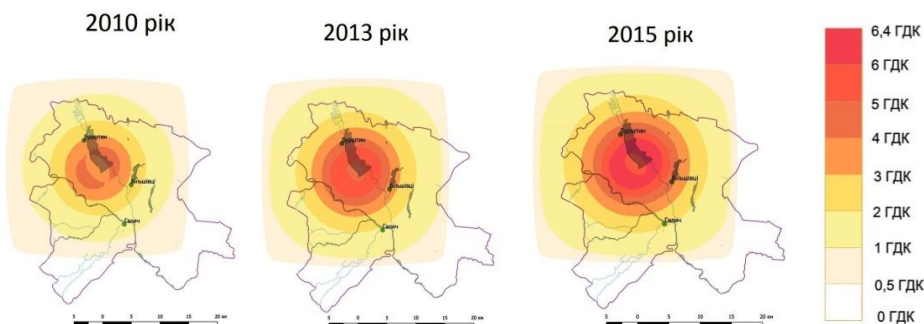


Рисунок 9 – Динаміка зміни концентрації групи сумарії у приземному шарі атмосфери

пов'язане з використанням низькосортного вугілля та зі збільшенням потужності ТЕС. В цілому концентрація діоксиду азоту визначається режимом та організацією процесів горіння палива. Отже, на сьогоднішній день оптимізація процесу горіння залишається актуальною задачею.

На рисунках 6 показано зміну концентрації сірчистого ангідриду.

На картах можна спостерігати збільшення ГДК на площі 30 км навколо БуТЭС.

Діоксид сірки – один з найбільш токсичних газоподібних викидів енергоустановок, який складає більше 90% викидів сірчистих сполук з димовими газами котлоагрегатів (решта – SO_3). Тривалість його перебування в атмосфері відносно невелика: у порівняно чистому повітрі – 15–20 діб, в присутності великої кількості аміаку та інших речовин – декілька годин. За наявності кисню SO_2 переходить в SO_3 і, взаємодіючи з водою, утворює сірчану кислоту. Кінцеві продукти зазначених реакцій розподіляються

таким чином: у вигляді опадів на поверхню літосфери – 43%, на поверхню гідросфери – 13%; поглинається: рослинами – 12%, поверхню гідросфери – 13%. Вплив цих продуктів на людей, тварини, рослини та інші речовини різноманітний і залежить від їх концентрації та багатьох факторів навколишнього середовища. Але постійний вплив на 30-кілометровій ділянці негативно впливає на навколишнє середовище.

На рис. 7 наведено зміни концентрації оксиду вуглецю в 30-кілометровій зоні.

На рис. 8 наведено зміни концентрації неорганічного пилу, який містить двоокис кремнію. Вміст пилу суттєво збільшився, перевищуючи ГДК в 1,2 рази в 10-кілометровій зоні.

Викиди пилу в атмосферне повітря осідають і забруднюють ґрунтовий покрив у вигляді радіальних смуг на відстані до 20 км. Пил разом з розігрітим повітрям рухається повітряними потоками, з часом осідаючи на ґрунт.

Викиди ТЕС погіршують стан здоров'я населення, яке проживає на прилеглих до них

Таблиця 4 – Вплив вугільної золи та пилових викидів на здоров'я населення [8]

Хвороби	Рівень захворювання (кількість разів)
органів дихання	1,9
органів травлення	2,6
систем кровообігу	1,6
ендокринної системи, розладів харчування, обміну речовин	3,4
вроджені аномалії	1,4

Таблиця 5 – Забруднення важкими металами золошлакових відходів

Хімічний елемент	Вміст, мг/кг	
	діючого золошлаковідвалу	закритого золошлаковідвалу
Цинк	36,6	21,3
Мідь	19,8	18,1
Кадмій	0,9	1,0
Свинець	23,1	15,4
Кобальт	6,6	5,2
Нікель	27,3	22,0
Марганець	27,3	27,8

територіях. Передусім дається взнаки інгаляційний вплив вугільної золи та пилових викидів, які містяться у підвищених концентраціях в атмосферному повітрі зон, що межують із БуТЕС (табл. 4).

Отже, використання вугілля низької якості призводить до збільшення обсягів шкідливих викидів в атмосферу, як це впливає з розрахункових даних. Використання вугілля без попереднього збагачення збільшує обсяги питомих викидів оксиду сірки та твердих часток на 30–40% на 1 кВт г виробленої електроенергії. Крім того, висока зольність вугілля не дає можливості досягти високого ККД навіть за наявності найсучасніших котлів і потребує використання додаткового палива для активізації процесу горіння.

Якщо враховувати взаємний вплив шкідливих речовин (групу сумаций), то екологічна ситуація буде виглядати більш критично (рис. 9).

Із наведених даних випливає, що природна здатність до самоочищення екосистеми недостатня для стримування розповсюдження меж забруднення. Очевидно, якщо не вирішувати проблему нейтралізації шкідливого впливу зазначеними забрудненнями на екосистему регіону, меж забруднень будуть поширюватися.

Золовідвали. Забруднення середовища навколо золовідвалів відбувається шляхом рознесення пиловидної золи вітром, а також при інфільтрації компонентів золи через ґрунт в ґрунтові води. Зола має характеристики, які сприяють цим процесам.

Вміст важких металів в золошлакових відходах визначався атомно-абсорбційним методом. Характеристика забруднень важкими металами золошлакових відходів представлена в табл. 5.

З таблиці видно, що в золі містяться великі концентрації миш'яку, кадмію, вольфраму і мі-

ді, що характеризує золошлакові відходи як небезпечні при попаданні в організм людини і природне середовище.

На золовідвалах Бурштинської ТЕС простежено аномальний відносно інших радіонуклідів вміст урану та радію. Однак питома активність цих нуклідів залишається відносно стабільною на всій обстеженій території. Кларки концентрації радіонуклідів, які обчислені як відношення середнього виміряного вмісту радіонуклідів в золі до кларкових значень: $^{40}\text{K} - 1,1$; $^{226}\text{Ra} - 6,7$; $^{232}\text{Th} - 3,2$; $^{235}\text{U} - 3,8$ [4].

Результати аналізу свідчать, що вміст радіоактивних елементів в золі значно нижче ГДК в будівельних матеріалах, тому можливе застосування даних відходів у виробництві ПТМ.

На рис. 10 зображено карти розсіювання забруднювачів з золовідвалів БуТЕС шляхом вітрової ерозії.

З огляду на хімічний склад (табл. 2, 3), золошлаки можна характеризувати як небезпечні відходи, що створюють підвищену запиленість повітря внаслідок свого фізичного складу (переважно дрібні – більше 90% являє собою пилоподібну фракцію з розмірами часточок менше 0,04 мм). Завдяки цьому небезпечні сполуки, що містить зола, легко переносяться повітрям навколо золовідвалів і, таким чином, забруднюють ґрунт.

Зола має високий коефіцієнт фільтрації, що сприяє забрудненню ґрунтових вод важкими металами і мікроелементами, що входять до складу золовідвалів. Забруднення поверхні з градієнтом показників від «високого» до «слабкого» розповсюджується на відстань до 1500 м від золовідвалів. На екологічних картах можна спостерігати забруднені території на відстані до 2 км.

Основними забруднювачами довкілля, що перевищують ГДК, є оксиди сірки, азоту та пил

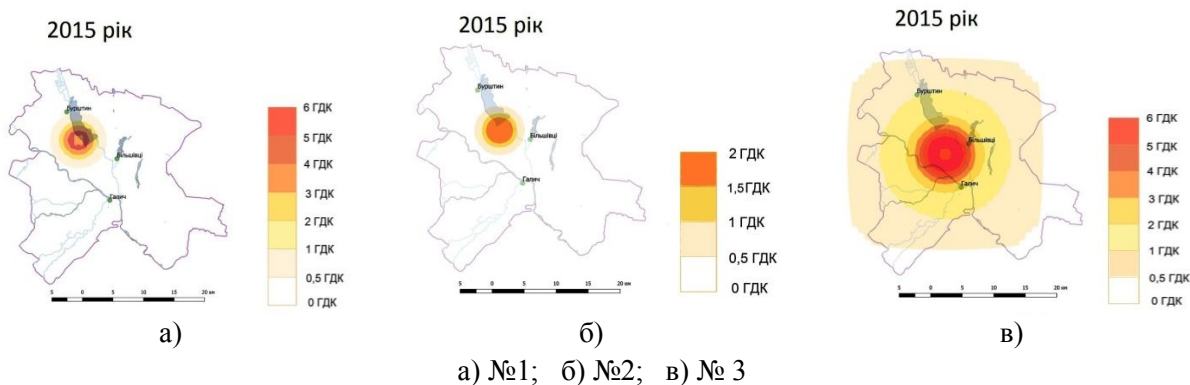


Рисунок 10 – Повітряне розсіювання забруднювачів відходів БуТЕС із золовідвалів

– золи-виносу з труб та золосховищ. Значна кількість шкідливих речовин розноситься водою у стоках та інфільтрацією через золовідвали у ґрунт. Якщо впровадити технічні рішення, що направлені на зменшення зазначених викидів, ситуація навколо БуТЕС покращиться.

Обладнання для видалення двоокису сірки з димових газів в Україні практично відсутнє, тому концентрація двоокису сірки у димових газах ТЕС України є високою і залежить, головним чином, від вмісту сірки у вугіллі (який часто перевищує 2%). Тим не менш, в технології виробництва БуТЕС слід передбачити очищення димових газів від сірки.

Технологічний цикл практично всіх установок для десульфуризації димових газів передбачає використання сорбентів, які під час видалення SO₂ утворюють субпродукти, наприклад, гіпс. Для енергоблоків БуТЕС з надкритичними параметрами водяної пари можна запропонувати обладнання, що забезпечує вихід чистого гіпсу. Ступінь очищення досягає 90 %.

Концентрація оксидів азоту у викидах залежить від температури в зоні горіння і вмісту в ній вільного кисню, тому для зниження викидів оксидів азоту можливе не лише за рахунок встановлення очисного обладнання, а й за рахунок використання режимно-технологічних заходів при модернізації та реконструкції енергоблоків. Режимно-технологічні заходи передбачають створення умов горіння палива з низьким рівнем утворення оксидів азоту. Одним з простих і легкоздійснюваних заходів є зниження надлишкового вмісту кисню в активній зоні котла. При цьому шляхом зниження кількості повітря в зоні горіння до мінімально необхідної для повного згорання зменшується утворення оксидів азоту.

В якості основної технології очищення викидів ТЕС від NO_x у світі прийнята технологія селективно-каталітичного відновлення азоту, в якій використовують реакцію NO_x та аміаку (NH₃) з утворенням вільного азоту N₂ і водяної пари на поверхні каталізатора. Важливим є те, що цю технологію можна застосовувати практично на будь-яких енергоблоках та вона не передбачає утворення похідних субпродуктів, що потребують утилізації.

На БуТЕС може бути встановлена установка одночасної очищення від оксидів сірки та

оксидів азоту шляхом подачі озону в скруббер. Установа забезпечує очищення газів по сірчистому ангідриду до 90%, по оксидах азоту до 65%.

Для забезпечення необхідних нормативів викидів твердих частинок в атмосферу необхідна установка на БуТЕС золоуловлювачів з ефективністю від 98,6 до 99,8%, що забезпечують кінцеву запиленість очищених газів на рівні 10-25 мг / м³.

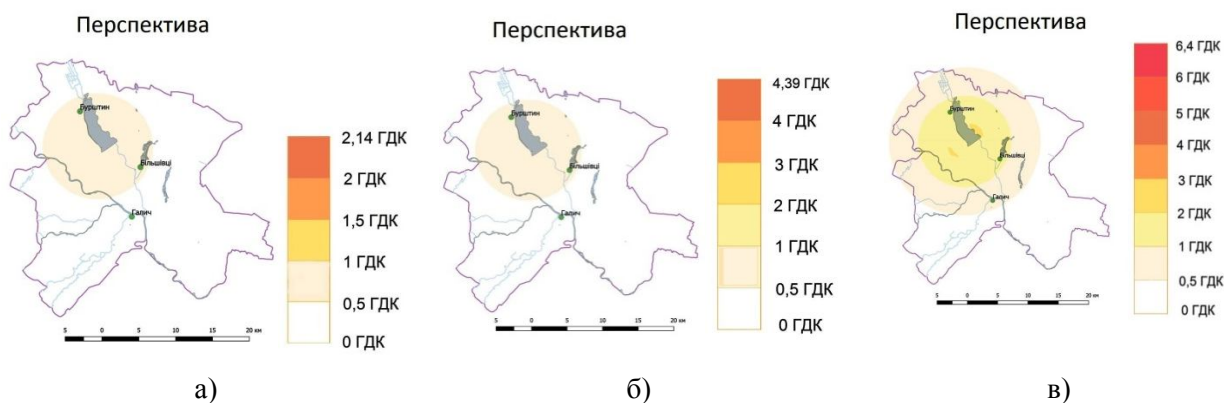
Як буде виглядати карта розсіювання шкідливих речовин із труб БуТЕС після встановлення системи очищення із зазначеною ефективністю, можна побачити на рис. 11.

Із розрахункових даних випливає, що концентрація шкідливих викидів знаходиться в межах ГДК. Є перевищення ГДК лише безпосередньо на золовідвалах. Тому їх слід рекультивувати. Уже після 60% рекультивації території золовідвалів викиди можуть бути в межах ГДК (рис. 12-14).

Комплексна оцінка шкідливих речовин, що викидаються Бурштинською електричною станцією, пропозиції щодо зменшення об'єму викидів, аналіз та прогнозування зміни екологічної ситуації навколо БуТЕС дають можливість планово і передбачувано реалізувати запропоновані заходи.

Висновки

Об'єкти теплоенергетики представляють собою джерела потенційного, до теперішнього часу практично кількісно не врахованого ризику для населення і навколишнього середовища. Комплексна оцінка процесів енергогенерації, енергоспоживання і пов'язаних з ними екологічних наслідків вкрай необхідна, оскільки енергетичні об'єкти паливно-енергетичного комплексу за ступенем впливу на навколишнє середовище належать до числа таких, що найбільш інтенсивно впливають на біосферу. Оскільки викиди забруднюючих речовин від вугільних електростанцій являють загрозу екологічній безпеці та здоров'ю населення України, то проведення комплексних заходів по зменшенню викидів шкідливих речовин в оточуюче середовище є важливою задачею. До того ж Україна є членом Енергетичного Співтовариства і повинна розробити відповідні програми щодо



а) діоксид азоту; б) діоксид сірки; в) група сумарній

Рисунок 11 – Прогнозна зміна концентрації шкідливих викидів після встановлення системи очищення

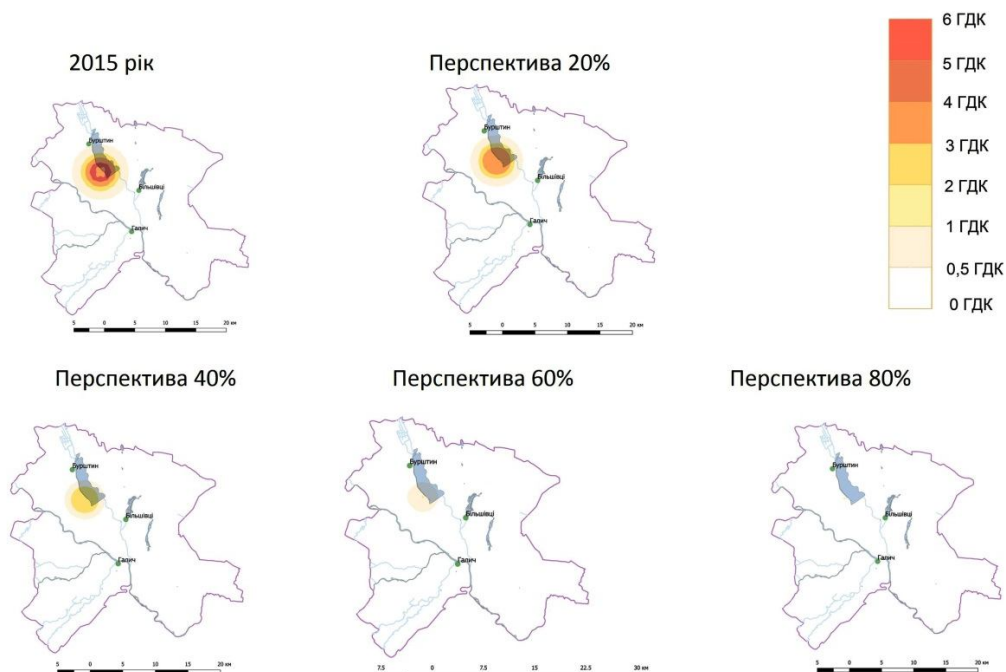


Рисунок 12 – Прогнозна зміна концентрації шкідливих викидів після рекультивації золовідвалу № 1

зниження викидів об'єктів теплоенергетики згідно Директиви 2001/80/ЕС.

В даній роботі виконано аналіз шкідливих викидів Бурштинської електричної станції та екологічної ситуації навколо неї. Показано, до яких наслідків може призвести техногенне навантаження на довкілля та здоров'я людей у разі, якщо не реалізовувати заходи з нейтралізації шкідливого впливу зазначених джерел забруднень. Надано прогностичні результати впровадження запропонованих заходів.

Література

1 Савицький О. Спадок ери динозаврів. Огляд теплової енергетики України. – Київ: Національний екологічний центр України, 2014. – 32 с.

2 Екологічний паспорт Івано-Франківської області. – Івано-Франківськ: Департамент еко-

логії та природних ресурсів Івано-Франківської облдержадміністрації, 2013. – 150 с.

3 Екологічний паспорт Івано-Франківської області. – Івано-Франківськ: Департамент екології та природних ресурсів Івано-Франківської облдержадміністрації, 2013. – 126 с.

4 Сплошной Б. Випробувальні майданчики для метрологічного забезпечення радіометричних вимірювань / Б. Сплошной, Д. Ганжа, О. Назаров // Вісник Львівського університету. – 2008. – № 42. – С. 194-200.

5 Пендерецький О. Екологія Галицького району. – Івано-Франківськ: Нова Зоря, 2004. – 198 с.

6 Екологічна безпека територій: колективна монографія / За редакцією професорів доктора геолого-мінералогічних наук О. М. Адаменка та доктора технічних наук Я. О. Адаменка; Автори: Адаменко Я. О., Адаменко О. М., Архипова Л. М., Гладун Я. Д., Зорін Д. О.,

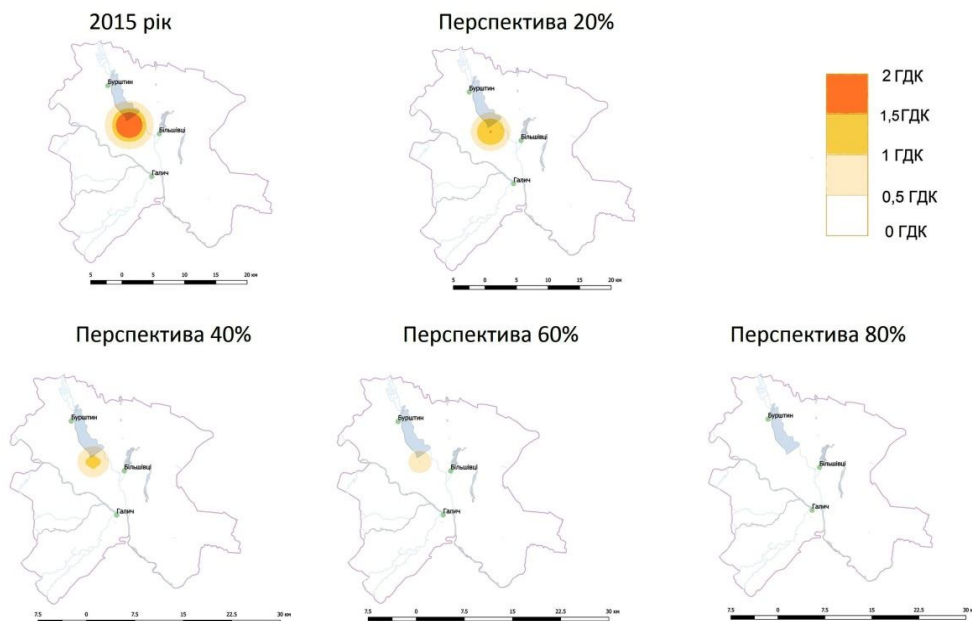


Рисунок 13 – Прогнозна зміна концентрації шкідливих викидів після рекультивації золовідвалу № 2

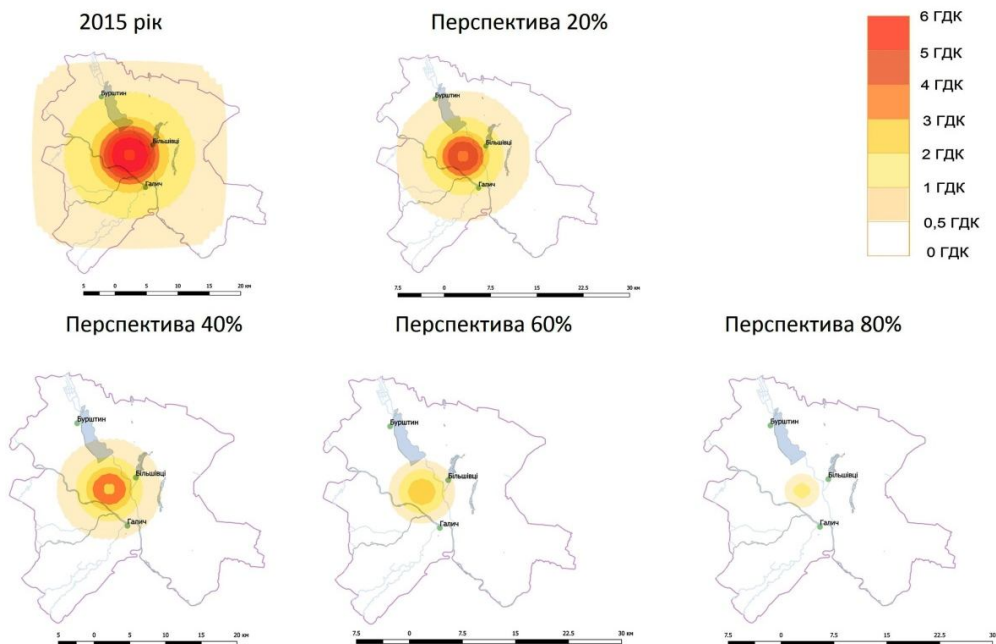


Рисунок 14 – Прогнозна зміна концентрації шкідливих викидів після рекультивації золовідвалу № 3

Зоріна Н. О., Мандрик О. М., Манюк О. Р., Міщенко Л. В., Орфанова М. Мик., Орфанова М. Мих., Приходько М. М., Радловська К. О., Стельмахович Г. Д., Федак І. А. – Івано-Франківськ: Голіней, 2014. – 442 с.

7 <https://www.researchgate.net/publication/295875551>

8 Зелена книга. Зменшення шкідливих викидів у тепловій електроенергетиці України через виконання вимог Європейського енергетичного співтовариства. – Київ, Міжнародний центр перспективних досліджень, 2011. – 43 с.

*Стаття надійшла до редакційної колегії
08.06.16*

*Рекомендована до друку
професором **Семенцовим Г.Н.**
(ФНТУНГ, м. Івано-Франківськ)
професором **Мальованим М.С.***

*(Інститут екології, природоохоронної діяльності та туризму імені В'ячеслава Чорновола
Національного університету
«Львівська політехніка», м. Львів)*