

МОНІТОРИНГ, МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ

УДК 550.4 : 502.175

Радловська К.О.

*Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу*

ПОСТІЙНО ДІЮЧА АВТОМАТИЗОВАНА ЕКОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНА МОДЕЛЬ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТА РОЗРОБКИ СТРАТЕГІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ПРИКАРПАТТЯ

Обґрунтовані оптимальні мережі екологічного моніторингу для комп'ютеризованих систем екологічної безпеки територій Рогатинського та Богородчанського адміністративних районів Івано-Франківської області, де виконані екологічні маршрути та відібрані проби ґрунтів, поверхневих вод, донних відкладів, ґрунтових вод, атмосферного повітря і частково рослинності, які проаналізовані атомно-адсорбційним, рентгенофлюоресцентним, хроматографічним та електрохімічним методами.

Комплексна геоекологічна оцінка компонентів довкілля виконана шляхом комп'ютерної обробки отриманих результатів аналізів з побудовою баз даних, а на їх основі поелементних еколого-техногеохімічних карт, а потім покомпонентних карт. Використання сучасних методів ДЗЗ, ІТ та ГІС-технологій дозволило максимально автоматизувати цей процес і створити комп'ютерні багатокомпонентні постійно діючі еколого-технологічні моделі.

Вдосконалення систем моніторингу довкілля запропоновано на основі деталізації космічних знімків наземними методами, що дозволило виявити морфологію, структури і походження плям забруднення від міста Івано-Франківська та найпотужнішої на заході України Бурштинської ТЕС. Розроблений необхідний комплекс природоохоронних заходів, що ґрунтується на базі загальної екологічної політики в Карпатському регіоні.

Ключові слова: моніторинг довкілля, локальний ієрархічний рівень, екологічна (природно-техногенна) безпека, техногеохімічні карти, геоекологічне районування, еколого-технологічні моделі.

Обоснованы оптимальные сети экологического мониторинга для компьютеризованных систем экологической безопасности территорий Рогатинского и Богородчанского административных районов Ивано-Франковской области, где выполнены экологические маршруты и отобраны пробы почв, поверхностных вод, донных отложений, почвенных вод, атмосферного воздуха и частично растительности, которые проанализованы атомно-адсорбционным, рентгенофлюоресцентным, хроматографическим и электрохимическим методами.

Комплексная геоэкологическая оценка компонентов окружающей среды произведена путем компьютерной обработки полученных результатов анализов с построением баз данных, а на их основе поэлементных эколого-техногеохимических карт, а затем покомпонентных карт. Использование современных методов ДЗЗ, ИТ и ГИС-технологий позволило максимально автоматизировать этот процесс и создать компьютерные многокомпонентные постоянно действующие эколого-технологические модели.

Усовершенствованная система мониторинга предложена на основе детализации космических снимков наземными методами, что позволило выявить морфологию,

© Радловська К.О., 2015

структуры и происхождения пятен загрязнения от урбосистемы города Ивано-Франковска и самой мощной на западе Украины Бурштынской ТЭС. Разработанный необходимый комплекс мероприятий, основанный на базе общей экологической политики в Карпатском регионе.

Ключевые слова: мониторинг окружающей среды, локальный иерархический уровень, экологическая (природно-техногенная) безопасность, техногеохимические карты, геоэкологическое районирование, эколого-технологические модели.

As a result of these studies have proved optimal network environmental audits and environmental monitoring of computer systems for environmental safety of communities administrative districts that an adequate number of major geo-ecological landfills: each geoeological structure characterized by at least ten polygons on Rogatyn territory. These 80 geopolygons are divided into eight geo-structures that meet landscaped areas, which is an average of 10 ranges, 1 structure, and in the same area Bohorodchany indicator 111: 10 is 11 ranges for each structure.

In both environmental studies area made itineraries for comprehensive assessment of the main components of the environment – soil, surface water, sediments, groundwater, air and some vegetation. These sampling points in each geoeological ground of each component of the environment or the match on the ground or located nearby, providing objectivity of their environmental assessment.

For analytical work used analytical methods – atomic absorption, x-ray, chromatographic, electrochemical – and new appliances. The majority of analyzes performed independently the author in certified laboratories, providing reliability built databases and maps technogeochemical ecological state of the studied areas.

Ecological comments on territories form various hierarchical levels: on the objective, local, regional and National level. Each follows consider Level Features of previous levels.

Comprehensive assessment of environmental components of the geoeological structure made by our computer processing by the results of analyzes with the construction of databases and their item-based eco-technogeochemical maps, and component-wise maps. The use of modern GIS technology has allowed automating this process and creating a permanent multi-computer system of environmental safety areas. GIS objectively evaluate and take into account changes in the environment to prevent the catastrophic consequences of naturally occurring events (floods, landslides, subsidence, earthquakes, etc.); allow you to implement a policy of environmental management in a way that does not harm the minimal environment. To make the best management decisions really need is not just relevant information, and it is needed quickly and, most importantly, in a form suitable for decision-making.

Theoretically and practically implemented by two administrative districts, characterized by plains, foothills and mountain landscapes territorial system of ecological (natural and anthropogenic) security through detailed satellite images of ground methods revealed that the morphology, structure and origin of contamination spots Bogorodchany gas transportation hub, Ivano-Frankivsk and most powerful in western Ukraine Burshtyn TPP.

The proposed set of necessary environmental measures based on total environmental policies in the Carpathian region.

Keywords: environmental monitoring, local hierarchical level, ecological (natural and manmade) security, technogeochemical map, geoeological zoning, environmental and technological models.

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими і практичними завданнями. Активні техногенні зміни у довкіллі вимагають адекватного реагування директивних органів влади та природоохоронців. В зв'язку з тим, що довкілля і природні ресурси мають складну багатокomпонентну будову, оцінку їх

екологічної безпеки для збалансованого використання можна виконати тільки з використанням сучасних ІТ, ДЗЗ та ГІС.

Сучасний стан довкілля є глобально зміненим. Від природних територіальних комплексів – ландшафтів – відбувається перехід до природно-антропогенних геосистем (ПАГС) або геоecологічних структур шляхом геохімічних змін. Тому екологічна безпека та екологічна оцінка на усіх ієрархічних рівнях – від територій держави, регіонів, областей до районів, населених пунктів і окремих підприємств або екологічний аудит та моніторинг довкілля є важливим засобом збереження стійкої рівноваги у системі природа-господарство-людина. Саме тому стаття присвячена вдосконаленню систем моніторингу довкілля на територіальному рівні адміністративних районів.

Автор брала участь як виконавець у фінансованій Міністерством освіти та науки України держбюджетній НДР кафедри екології інженерно-екологічного інституту ІФНТУНГ №Д-14-11-П «Розроблення моделей збалансованого ресурсокористування та екологічної безпеки геосистем в регіоні Українських Карпат» (2011-2012рр.) (№ держреєстрації 0111U001360), а також – проекту Івано-Франківської обласної ради за кошти Кабінету Міністрів України «Створення Дністровського інженерно-екологічного полігону для розробки протипаводкових заходів та підвищення екологічної безпеки території Івано-Франківської області», грантової угоди «Управління забрудненими нафтопродуктами ділянками (HUSKROU/1001/110)» в рамках Програми транскордонного співробітництва Угорщина-Словаччина-Румунія-Україна (2012-2014рр.) та кафедральної держбюджетної теми «Екологічна безпека територіально-адміністративних одиниць» (2009-2014 рр.), що виконувалась за рахунок основного робочого часу.

Аналіз попередніх досліджень і публікацій. Аналіз науково-технічної літератури та інших джерел інформації стосовно історії досліджень проблем моніторингу довкілля для безпеки на національному, регіональному та локальних рівнях, а також сучасних методів екологічних досліджень з використанням картографії, геоінформаційних систем, дистанційного зондування Землі та комп'ютерної техніки дозволив виділити декілька методів досліджень: геоecологічний, еколого-ландшафтний, еколого-геохімічний, конструктивно-техноecологічний. Найбільш перспективним, на нашу думку, є конструктивно-техноecологічний напрямок О.М. Адаменка [1], який поєднує усі попередні напрямки, аналізує 10 компонентів довкілля еколого-техноgeохімічними методами, а потім синтезує отримані матеріали на карті екологічної ситуації. На сучасному етапі активно розвиваються дослідження вітчизняних вчених, що відображено в роботах Я.О. Адаменка [2], О.І. Бондаря, О.С. Волошкіної [3], А.І. Горової, Л.Д. Грекова [4], В.М. Гуцуляка [5], М.О. Клименка, І.П. Ковальчука [9, 10], Г.Я. Красовського [11-13], М.С. Мальованого, Л.В. Міщенко [14], В.Г. Петрука, Л.Д. Пляцука, Г.І. Рудька [18, 19], Я.М. Семчука, Т.А. Сафранова, О.М. Трофимчука [4], Б.А. Шелудченка, В.М. Шмандія, Є.О. Яковлева [20, 21] та багатьох інших, а також зарубіжних вчених Darnley A.Y., Yore A., Klocke A. [23], Mann R.F. [25], Nijagu I.O., Pedro Y. [26], Tornton I. so.on.

Щодо екологічної вивченості Богородчанського та Рогатинського районів Івано-Франківщини, то слід зауважити, що спеціальних досліджень стану довкілля тут майже не проводилось. Екологічні проблеми локального характеру вирішувались при розвідці та експлуатації родовищ нафти та газу [6, 7].

Мета досліджень – вдосконалити системи екологічної безпеки, екологічного аудиту та моніторингу довкілля для типової території адміністративного району з використанням геоінформаційних технологій.

Завдання, для досягнення мети:

1. Проаналізувати існуючі системи екологічних оцінок сучасної ситуації та виділити не відслідковані патентами, не виявлені та невивчені проблеми екологічної безпеки.

2. Обґрунтувати необхідну мережу геоecологічних полігонів для екологічного аудиту та екологічного моніторингу досліджуваної території.

На прикладі Рогатинського району виконаний геоінформаційний аналіз екологічного стану на основі ГІС і ДЗЗ геоекосистем на території рівнинного району; проаналізовані природні умови та природні ресурси: геологічне середовище та мінерально-сировинні ресурси, геофізичні поля, рельєф, водні ресурси, атмосферне повітря, кліматичні ресурси, ґрунтовий покрив, земельні та рослинні ресурси.

Визначення сучасної екологічної ситуації на досліджуваній території – це сама основа, початок екологічного дослідження, коли «знімається» нульовий екологічний фон, від якого починається відлік наступних його змін. У кожному компоненті ландшафту (ґрунтах, воді, повітрі і т.д.) можна знайти велику кількість різних хімічних елементів, які до певних концентрацій не є шкідливими для людини, а навіть корисними, необхідними. Середній вміст елементів у земній корі (літосфері) називають кларком. Такі ж кларки розраховані для ґрунтів, вод і т. д. Але в кожному регіоні, у залежності від геологічної будови, типу ґрунтів, географічної зональності та інших чинників, будуть свої, характерні тільки для цього регіону, середні вмісти того чи іншого елемента.

Такий середній вміст називають регіональним геохімічним фоном. Він може бути більшим за кларк, а може бути і меншим.

Таким чином, тільки ті вмісти елементів, які перевищують кларк, а потім і фон, можуть бути аномальними, а значить і шкідливими для нормального розвитку геоекосистем. Якщо ж вміст того чи іншого елемента перевищує гранично допустимі концентрації (ГДК), то цей елемент стає токсичним, тобто шкідливим для організму людини.

Аномальний вміст C_a визначається за формулою:

$$C_a = C_i - C_{\phi} - C_k, \quad (1)$$

де C_i – вміст елемента в досліджуваному компоненті ландшафту;

C_{ϕ} – його природний фон;

C_k – кларк елемента.

Кларки елементів відомі [14], а фон треба розрахувати, виходячи із конкретного фактичного матеріалу.

При екологічних дослідженнях того чи іншого району визначається оптимальна мережа екологічних полігонів, на яких відбираються проби з відповідних природних середовищ. Після аналізів для кожної точки маємо конкретні дані по вмісту хімічних елементів або бази даних. Мережа екологічних полігонів для екологічного моніторингу повинна визначатись таким чином, щоб були охоплені усі ландшафти кількома точками відбору проб у залежності від масштабу карти. Оптимальною вважається мережа, де відстань між полігонами складає в середньому 1см на карті.

Середній вміст \bar{x} – це такий, що характеризує не менше 2/3 або 66,7% проб за виключенням 1/3 або 33,3% проб з мінімальним і максимальним вмістом.

На еколого-техногеохімічну карту розповсюдження того чи іншого елемента в конкретному середовищі виносяться ізолінії його рівних концентрацій (ізоконцентрації – i_k), які повинні відповідати «згущенням» вмістів елементів. Тобто ізолінії концентрацій елементів на картах проводяться не через рівні відстані, як іноді можна бачити на геохімічних картах, а тільки через характерні інтервали. Тоді ізолінії будуть передавати характер розповсюдження елемента в середовищі довкілля. Це обґрунтовується хвильово-роєвим характером розподілу вмістів того чи іншого елемента в своїх інтервалах [8, 14].

Коефіцієнт концентрації (K_c) або аномальності хімічних елементів – це показник ступеня накопичення того чи іншого елемента відповідно до його фонового вмісту. K_c визначається відношенням реального вмісту в даній точці кожного компонента довкілля до його фонового вмісту

$$K_c = \frac{C_i}{C_{\phi}}, \quad (2)$$

де C_i – вміст i -того елемента в досліджуваному ландшафтному компоненті, мг/кг, C_{ϕ} – його природний фон, мг/кг, K_c – коефіцієнт концентрації (аномальності елемента).

Користуючись базою даних з вмісту елементів, можна розрахувати коефіцієнти концентрації елементів в окремих компонентах довкілля для усіх екологічних полігонів.

Сумарний показник забруднення (Z_c або $СПЗ$) компонента геоекосистеми (наприклад, ґрунтів) розраховується за формулою В.М. Гуцуляка [5]:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_c - (n-1), \quad (3)$$

де n – загальна кількість врахованих хімічних елементів (сумуються значення $K_c > = 1$).

Сумарні показники забруднення того чи іншого компоненту ландшафту характеризують його стійкість по відношенню до антропогенного навантаження. Якщо останнє не перевищує здатність ландшафту до самоочищення, то виникають екологічні ситуації різної складності, які і оцінюються кількісно.

Користуючись базою даних з коефіцієнтів концентрації (K_c) елементів та сумарних показників забруднення (Z_c), можна побудувати карти розподілу цих параметрів на території досліджуваного району. При цьому, такі карти можна будувати як шляхом інтерполяції від точки до точки, тобто «вручну», так і в автоматизованому режимі з допомогою ПЕОМ, користуючись програми COREL DRAW та ін. Аналіз таких карт (рис. 1) показує, що забруднення ґрунтів Hg, As, Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Cr та іншими важкими металами (ВМ) накопичуються в основному в гумусовому (0-10см від поверхні) і ілювіальному (30-50см) горизонтах ґрунтового профілю. Якщо досліджувані ділянки віддалені від можливих джерел забруднення (промислові підприємства м.Рогатина, автомобільні дороги тощо), то розподіл ВМ по площі і по профілю більш-менш рівномірний, що видно з побудованих карт (рис. 1). Виявлено також, що валовий вміст Cu, Zn, Co, зосереджений в ілювії, а Pb – у гумусовому горизонті. Можливо певну роль відіграє також ефект геохімічного бар'єру, зумовленого карбонатними породами, що залягають серед пісків міоцену у вигляді лінз.

Розподіл важких металів виявив кілька аномалій по відношенню до природного геохімічного фону та ГДК, де вміст забруднювачів у 3-5 разів вищі. На карті сумарного показника забруднення (рис. 1), яка об'єднує усі поелементні техногеохімічні карти, перевищення фонових вмістів приурочено до м.Рогатин і далі на північний схід від нього, а також до долин рр. Свірж, Гнила Липа, Нараївка, поблизу населених пунктів. Такі ж карти побудовані для ґрунтових вод, атмосферного повітря та опадів снігу шляхом прозорого накладання поелементних техногеохімічних карт. Після сумісного аналізу усіх таких карт на базі ландшафтної карти можна будувати екологічну карту (рис. 1).

Але для того щоб здійснити таку роботу, необхідно послідовно дослідити максимальну кількість компонентів довкілля, тобто виконати екологічний аудит, алгоритм якого виглядає наступним чином:

$$E_p = f\left(\frac{Tcf}{LT}, \frac{Tcf}{GF}, \frac{Tcf}{GM}, \frac{Tcf}{GD}, \frac{Tcf}{AT}, \frac{Tcf}{PD}, \frac{Tcf}{FC}, \frac{Tcf}{ZC}, \frac{Tcf}{DC}\right), \quad (4)$$

де E_p – екологічна ситуація на території району,

$LT, GF, GM, GD, AT, PD, FC, ZC, DC$ – природний стан літосфери, геофізсфери, геоморфосфери, гідросфери, атмосфери, педосфери, фітосфери, зоосфери, демосфери, Tcf – техногенний вплив на компоненти геоекосистеми.

$$Tcf = f(BM, PC, MD, HF, PP... \text{та ін.}), \quad (5)$$

де BM – важкі метали, PC – пестициди, MD – мінеральні добрива, HF – нафтопродукти, PP – радіоактивні речовини та ін.

Комплексні (сумарні, синтетичні, інтегральні) карти сучасної екологічної ситуації або екологічні карти та карти геоекологічного районування (рис. 1) як результат екологічного аудиту складаються шляхом комп'ютерного прозорого накладання покомпонентних карт, які є результатом накладання поелементних та покомпонентних еколого-техногеохімічних карт на ландшафтну карту.

Побудовані автором картосхеми свідчать про те, що просторовий розподіл геоecологічних структур з різним ecологічним станом вимагає розробити для них індивідуальні заходи з оптимізації та покращення стану довкілля. А для цього необхідно організувати ecологічний моніторинг з системою проектних профілів і геоecологічних полігонів.

Геоінформаційний аналіз природних умов і природних ресурсів та ecологічного стану на території Богородчанського передгірського та гірського району дозволило отримати великий обсяг результатів геохімічних досліджень, тому автор пропонує *роздільне визначення загального C_{ϕ} , природного $C_{\phi}^{\text{п}}$ і техногенного $C_{\phi}^{\text{т}}$ геохімічного фонів* (табл.1).

Побудова техноgeoхімічних карт з роздільним визначенням природного і техногенного геохімічних фонів ґрунтів (рис. 2), та прозоре комп'ютерне накладання яких (рис. 3) виявило контури спільних аномально-техногенних вмістів усіх елементів – забруднювачів та картосхему техногенного сумарного показника забруднення ґрунтів. Такі ж покомпонентні картосхеми побудовані для ґрунтових вод та атмосферного повітря, а прозоре комп'ютерне накладання попередніх покомпонентних техноgeoхімічних картосхем СПЗ визначило інтегровану карту усіх попередніх поелементних та покомпонентних ecолого-техноgeoхімічних карт, що характеризують просторовий розподіл забруднень по території Богородчанського району (рис. 1).

Аналіз карт показав, що ecологічний стан компонентів геоекосистеми Богородчанського району, в основному, задовільний. Тут можна виділити чотири зони: із сприятливим станом природного середовища, із задовільним, напруженим та складним станами природного середовища.

Магістральні газопроводи, компресорна станція і підземне сховище газу, що розташовані у Богородчанському районі, не створюють небезпечних аномалій у воді, ґрунтових водах і атмосферному повітрі. Окремі плями забруднення важкими металами указаних середовищ вірогідно виникли ще в період будівництва трубопроводів, тоді ж були забруднені ґрунти різними механізмами та залишками використаної техніки і труб. В даний час такі плями у ґрунтах можуть служити джерелами вторинного забруднення ґрунтових вод і атмосферного повітря. Ці ж джерела можуть впливати і на ecологічний стан поверхневих вод та донних відкладів.

Радіоактивного забруднення досліджених середовищ не виявлено. Пестициди і нафтопродукти зустрічаються дуже рідко і в незначних кількостях.

Для кожної геоecологічної структури Богородчанського району розроблені індивідуальні заходи з ecологічної безпеки.

Для покращення ecологічної безпеки на територіях Рогатинського і Богородчанського районів пропонуються пропозиції щодо охорони та поліпшення стану довкілля з врахуванням геоecологічного районування досліджених районів [17, 22, 24].

Отже, комплексна геоecологічна оцінка компонентів довкілля виконана нами шляхом комп'ютерної інтеграції спочатку поелементних ecолого-техноgeoхімічних карт, а потім покомпонентних карт. Використання сучасних ГІС-технологій дозволяє максимально автоматизувати цей процес і створити комп'ютерні багатоконпонентні постійно діючі ecолого-технологічні моделі ecологічного моніторингу та ecологічної безпеки територій для розробки стратегій їх сталого розвитку. Вдосконалювати моніторинг та ecологічний аудит територій пропонується шляхом більш повного використання матеріалів ДЗЗ. Наводимо приклади такого вдосконалення для деталізації плям забруднення атмосферного повітря і ґрунтового покриву, виявлених на космічних знімках в зоні впливу найбільш потужного у Західному регіоні України забруднювача – Бурштинської ТЕС (рис. 4) та урбосистеми м. Івано-Франківська (рис.5).

Таблиця 1

База даних з вмісту хімічних елементів C_i , їх природного фону $C_{ф}^п$ та техногенного вмісту $C_i^т$, коефіцієнтів концентрації $K_k^т$ та техногенного СПЗ^т у ґрунтах Богородчанського району та Національного природного парку «Синьогора»

| № п/п | № проб | Вміст елементів (мг/кг) та клас їх безпеки (І-ІІ) | | | | | | | | | | | | СПЗ ^т | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------|---|-----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|-----------|-------|---------|---------|-------|-----------|------------------|---------|---------|-------|-----------|---------|---------|-----|------|------|-----|-----|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | Hg валовий, ГДК = 2,1 | Cd валовий, ГДК = 0,6 | Pb рухомий, ГДК = 32 | Cu рухомий, ГДК = 3 | Zn рухомий, ГДК = 23 | Ni рухомий, ГДК = 4 | $C_{ф}^п$ | C_i | $C_i^т$ | $K_k^т$ | C_i | $C_{ф}^п$ | | $C_i^т$ | $K_k^т$ | C_i | $C_{ф}^п$ | $C_i^т$ | $K_k^т$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Національний природний парк «Синьогора» | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 74 | 3,6 | 0,12 | | | | | 74 | 3,5 | | | | 7,4 | 0,3 | | | 61 | 1,7 | | | 0,3 | 0,12 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 151 | 0,07 | 0,12 | | | | | 3,4 | 3,5 | | | | 0,6 | 0,3 | | | 1,7 | 1,7 | | | 0,5 | 0,12 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 152 | 0,09 | 0,12 | | | | | 3,6 | 3,5 | | | | 0,5 | 0,3 | | | 1,3 | 1,7 | | | 0,1 | 0,12 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 15 | 0 | 0,12 | | | | | 1,6 | 3,5 | | | | 0,7 | 0,3 | | | 1,2 | 1,7 | | | 0,2 | 0,12 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 153 | 0 | 0,12 | | | | | 1,7 | 3,5 | | | | 0,1 | 0,3 | | | 1,1 | 1,7 | | | 0,1 | 0,12 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 75 | 0 | 0,12 | | | | | 1,9 | 3,5 | | | | 0,3 | 0,3 | | | 1,3 | 1,7 | | | 0,3 | 0,12 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 155 | 0 | 0,12 | | | | | 71 | 3,5 | | | | 0,3 | 0,3 | | | 1,7 | 1,7 | | | 0,6 | 0,12 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Всього 24 проби | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Богородчанський район (за межами НПП «Синьогора») | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | 115 | 0,06 | 0,12 | 0 | 0 | 0,1 | 0,3 | 0 | 0 | 68 | 3,5 | 65 | 19 | 0 | 0,3 | 0,3 | 1 | 1,6 | 1,7 | 0 | 0 | 0,4 | 0,12 | 0,3 | 2,3 | 22,3 | | | | | | | | | | | | |
| 27 | 90 | 0,01 | 0,12 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 0 | 0 | 39 | 3,5 | 38 | 11 | 0,2 | 0,3 | 0 | 0 | 1,1 | 1,7 | 0 | 0 | 0 | 0,12 | 0 | 0 | 11,3 | | | | | | | | | | | | |
| 28 | 18 | 0,03 | 0,12 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 0 | 0 | 2,3 | 3,5 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 0 | 0 | 1,2 | 1,7 | 0 | 0 | 0 | 0,12 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | |
| 29 | 19 | 0,07 | 0,12 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 0 | 0 | 2,9 | 3,5 | 0 | 0 | 0,1 | 0,3 | 0 | 0 | 1,3 | 1,7 | 0 | 0 | 0 | 0,12 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | |
| 30 | 21 | 0,01 | 0,12 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 0 | 0 | 3,6 | 3,5 | 0,1 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0 | 0 | 1,9 | 1,7 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,12 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | |
| 31 | 26 | 0 | 0,12 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 0 | 0 | 68 | 3,5 | 65 | 18 | 0,2 | 0,3 | 0 | 0 | 1,6 | 1,7 | 0 | 0 | 0,7 | 0,12 | 0,6 | 5 | 0,4 | | | | | | | | | | | | |

Всього 50 проб

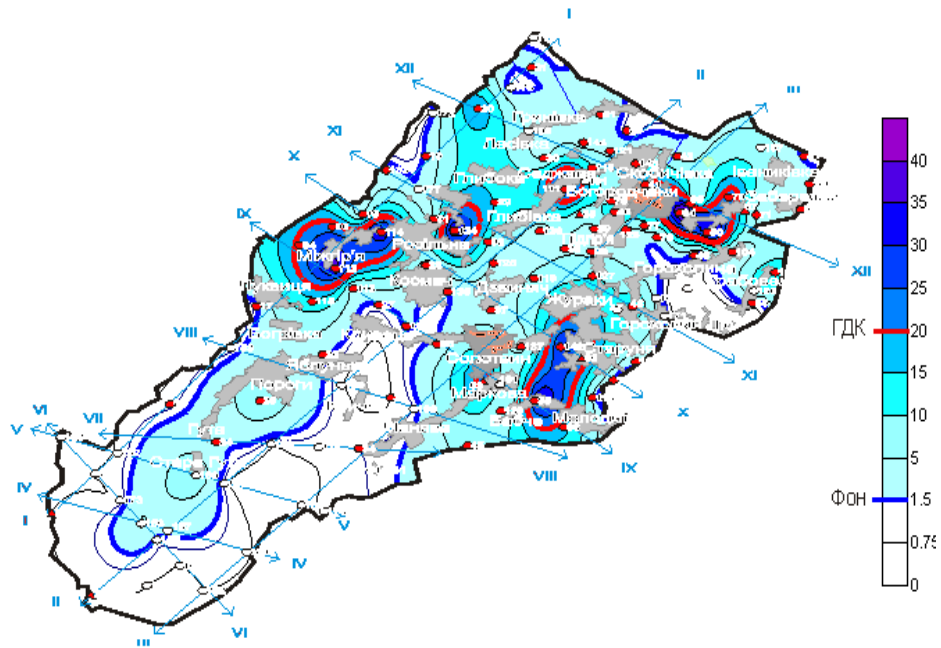


Рис. 2. Техногеохімічна карта розповсюдження РЬ, мг/кг, в ґрунтах Богородчанського району

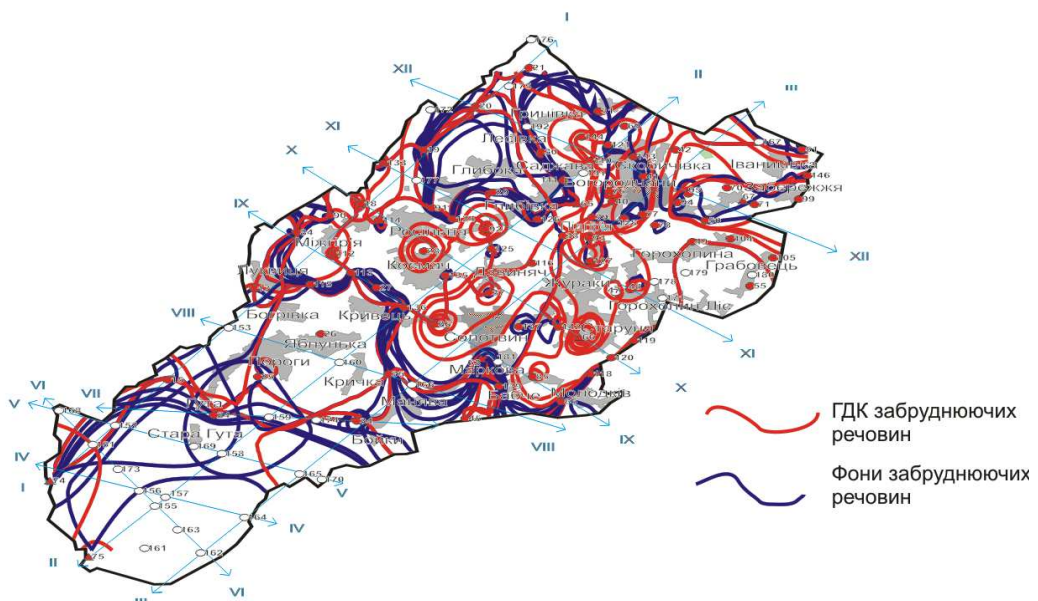


Рис. 3. Накладання поелементних техногеохімічних карт ґрунтів Богородчанського району

Висновки. Таким чином було розв'язане важливе наукове завдання, яке полягає у вдосконаленні існуючих систем моніторингу довкілля різних ієрархічних рівнів, а саме локального рівня, що відповідає території адміністративного району. На основі проведеного дослідження зроблено наступні висновки.

1. Огляд попередніх робіт з визначення екологічної ситуації на територіях та їх геоecологічне районування свідчить, що найбільш ефективним методом моніторингу довкілля для територіальної екологічної (природно-техногенної) безпеки є конструктивно-техноecологічне оцінювання територій. При цьому не виключаються і інші напрямки – еколого-геологічний, геоecологічний, еколого-ландшафтний та еколого-геохімічний. До цього часу відсутні чіткі вимоги до системи екологічної безпеки території. Немає відповідних підзаконних актів або інструкцій чи інших директивних документів з

методиками екологічного аудиту і моніторингу. Тому одним із виконаних завдань дослідження була розробка таких методик для визначення сучасної екологічної ситуації на територіях адміністративних районів та оцінка екологічного стану геосистем цих територій.

2. В результаті були обґрунтовані оптимальні мережі екологічного аудиту та екологічного моніторингу для комп'ютеризованих систем екологічної безпеки територіальних громад адміністративних районів, що основані на достатній кількості геоекологічних полігонів: кожна геоекологічна структура охарактеризована не менш як десятьма полігонами на території Рогатинського району. Це 80 геоекологічних полігонів, розділених на вісім геоекологічних структур, які відповідають ландшафтним місцевостям, що дорівнює в середньому 10 полігонам на 1 структуру, а у Богородчанському районі той же показник 111: 10 дорівнює 11 полігонам на кожен структуру.

3. На територіях обох досліджених районів виконані екологічні маршрути для комплексної оцінки головних компонентів довкілля – ґрунтів, поверхневих вод, донних відкладів, ґрунтових вод, атмосферного повітря і частково рослинності. При цьому точки відбору проб на кожному геоекологічному полігоні з кожного компоненту довкілля або співпадають на місцевості або розташовані поряд, що забезпечує об'єктивність їх екологічної оцінки.

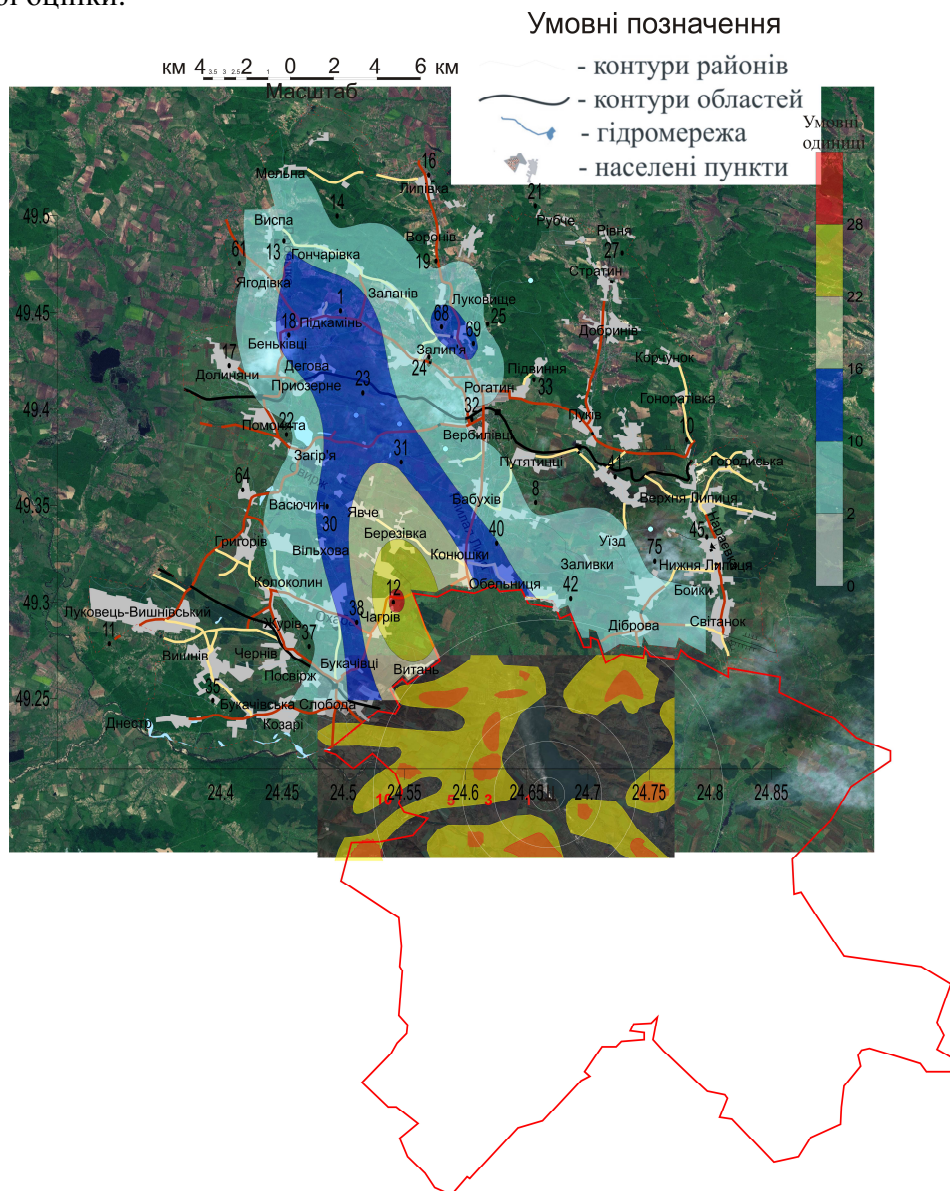
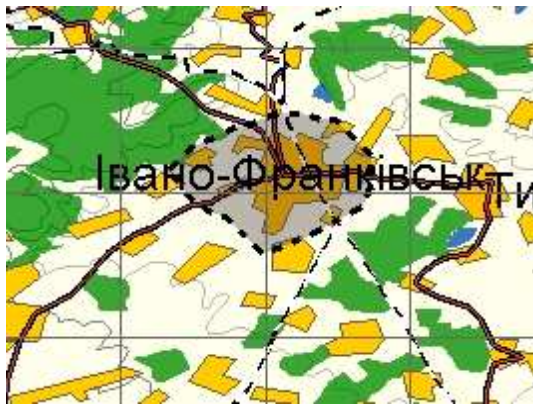
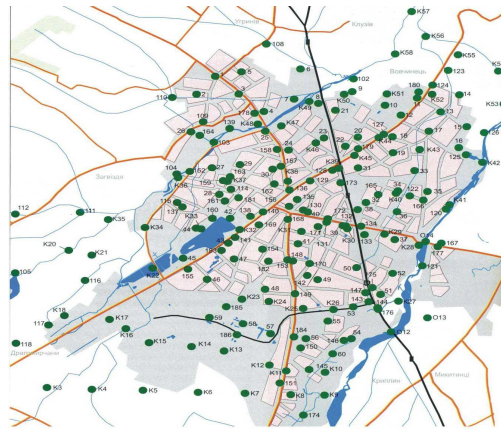


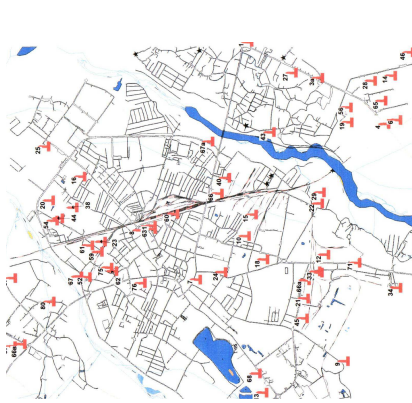
Рис. 4. Забруднення території Рогатинського району від Бурштинської ТЕС: космічні знімки та їх наземна деталізація



Ареал забруднення снігового покриву довкола міста Івано-Франківська [4]



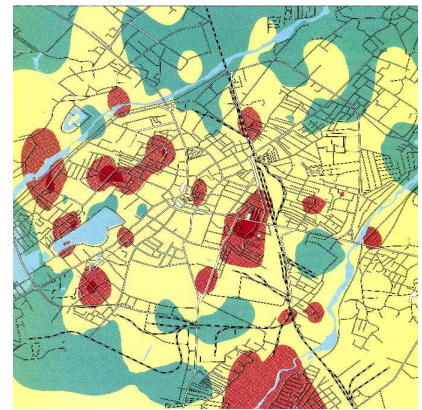
Карта фактичного матеріалу [14]



Карта розташування підприємств на території міста Івано-Франківська



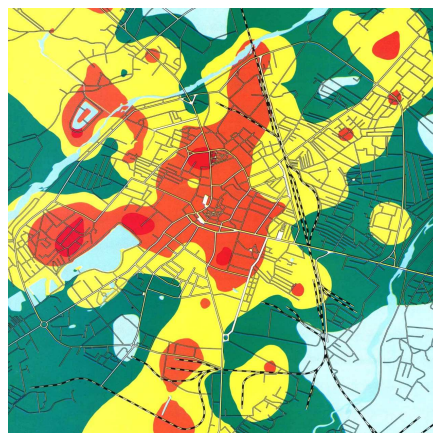
Радіологічна карта



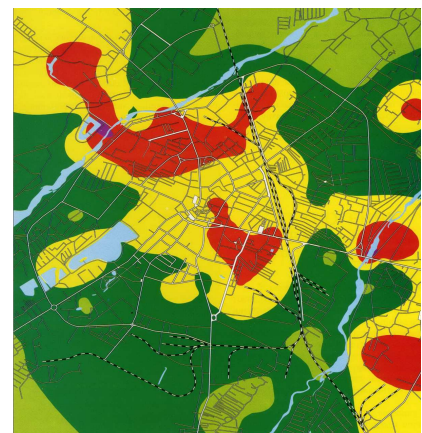
СПЗ ґрунтового покриву міської території



СПЗ забруднення важкими металами ґрунтових вод



СПЗ забруднення атмосферного повітря



СПЗ забруднення рослинного покриву

Рис. 5. Деталізація результатів космічного моніторингу масштабу 1 : 200 000 [4] наземними методами [14]: пляма забруднення снігового покриву техногенним пилом навколо Івано-Франківська та карти забруднення середовищ міста масштабу 1 : 10 000

4. Для аналітичних робіт використані сучасні лабораторні методи – атомно-адсорбційний, рентгенофлюоресцентний, хроматографічний та електрохімічний – та новітні прилади. При цьому більшість аналізів виконано у сертифікованих лабораторіях, що забезпечує достовірність побудованих баз даних та техногеохімічних карт екологічного стану досліджених територій. Екологічну оцінку територій здійснюють на різних ієрархічних рівнях: на об'єктовому, локальному, регіональному, національному та міждержавному у відповідних масштабах, але за єдиною методикою. Кожний наступний рівень враховує особливості попереднього від міждержавного до об'єктового. В статті ця процедура виконана на локальному рівні, що відповідає території адміністративного району.

5. Комплексна геоекологічна оцінка компонентів довкілля виконана нами шляхом комп'ютерної обробки отриманих результатів аналізів з побудовою баз даних, а на їх основі поелементних еколого-техногеохімічних карт, а потім покомпонентних карт. Використання сучасних методів ІТ, ДЗЗ, ГІС-технологій дозволило максимально автоматизувати цей процес і створити комп'ютерні та багатоконпонентні постійно діючі еколого-технологічні моделі екологічної безпеки територій. Геоінформаційні системи найбільш об'єктивно оцінюють і враховують зміни стану довкілля, щоб запобігти катастрофічних наслідків подій природного походження (повені, зсуви, просадки, землетруси і т.ін.), дозволяють реалізувати політику управління природоохоронною діяльністю у такий спосіб, щоб мінімально не зашкодити навколишньому природному середовищу. Для прийняття дійсно оптимальних управлінських рішень потрібна не просто актуальна інформація, а вона потрібна оперативно і, що головне, у вигляді, зручному для прийняття рішень.

6. Теоретично обґрунтована і практично втілена на прикладах двох адміністративних районів, що характеризується рівнинним, передгірським та гірським ландшафтами система територіальної екологічної (природно-техногенної) безпеки на основі деталізації космічних знімків наземними методами, що дозволило виявити морфологію, структури і походження плям забруднення від урбоєкосистеми міста Івано-Франківська та найпотужнішої на заході України Бурштинської ТЕС.

7. Запропонований необхідний комплекс природоохоронних заходів, що ґрунтується на базі загальної екологічної політики в Карпатському регіоні, яка спрямована на досягнення таких стратегічних цілей:

- зменшення викидів і скидів забруднюючих речовин у навколишнє природне середовище, безпечне поводження з відходами;
- досягнення безпечного для здоров'я людини стану навколишнього природного середовища;
- забезпечення екологічно збалансованого природокористування;
- припинення втрат біотичного та ландшафтного різноманіття, формування екомережі;
- підвищення рівня суспільної екологічної свідомості;
- створення в адміністративних районах інформаційно-аналітичних центрів щодо проблем екологічної безпеки і охорони навколишнього природного середовища та їх вирішення;
- створення системи екологічного навчання та підвищення кваліфікації державних службовців, керівників підприємств і організацій, до компетенції яких належать питання екологічної безпеки та охорони навколишнього природного середовища;
- включення питань формування екологічної культури та екологічної освіти в регіональні та місцеві програми соціально-економічного розвитку.

Література

1. Адаменко О.М. Конструктивная экология/О. М. Адаменко. – Saarbrucken, Deutschland: Lambert, 2014. – 122с.

2. Адаменко Я.О. Оцінка впливів техногенно-небезпечних об'єктів на навколишнє середовище: науково-теоретичні основи, практична реалізація: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора технічних наук: спец. 21.06.01 «Екологічна безпека» / Я.О. Адаменко. – Івано-Франківськ, 2006. – 39с.

3. Волошкіна О.С. Наукове обґрунтування прогнозу стану річкових басейнів України і методи його оцінки: автореф. дис. д-ра техн. наук : 21.06.01 / О.С.Волошкіна ; Нац. техн. ун-т України «Київ. політехн. ін-т». – К., 2004. – 36с.

4. Греков Л.Д. Космічний моніторинг забруднення земель техногенним пилом / Л.Д. Греков, Г.Я. Красовський, О.М. Трофимчук. – К.: Наук. думка, 2007. – 123с.

5. Гуцуляк В.М. Ландшафтна екологія. Геохімічний аспект: Навч. посібник. - 2-ге вид. доп. / В.М. Гуцуляк. – Чернівці: ТОВ «Видавництво «Наші книги», 2010. – 312 с., іл., карти.

6. Екологічна безпека збалансованого ресурсокористування у Карпатському регіоні: наукова монографія за редакцією доктора геолого-мінералогічних наук, професора Адаменка О.М., автори Адаменко О.М., Адаменко Я.О., Архипова Л.М., Головач В.Ф., Зорін Д.О., Зоріна Н.О., Крихівський М.В., Мандрик О.М., Міщенко Л.В., Приходько М.М., Приходько М.М. (молодший), Радловська К.О., Хащак М.З. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2013. – 368 с.

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

8. Зорін Д.О. Еколого-геохімічна оцінка Дністровського каньйону як регіонального коридору національної екологічної мережі України: автореф. дис. на здоб. наук. ступеня канд. геологіч. наук: спец. 21.06.01 «Екологічна безпека» / Д.О. Зорін. – Івано-Франківськ, 2008. – 19 с.

9. Ковальчук І.П. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз / І.П.Ковальчук. - Львів: Інститут українознавства, 1997. – 440 с.

10. Ковальчук І.П. Геоекологічний аналіз Західного регіону України / І.П. Ковальчук // Регіональна політика України: наукові основи, методи, механізми. – Львів, 1998. – Ч.3. – С. 132-139.

11. Красовський Г.Я. Інформаційні технології космічного моніторингу водних екосистем і прогнозу водоспоживання міст / Г.Я. Красовський, В.А. Петросов. – К.: Наукова думка, 2003. – 224с.

12. Красовський Г.Я. Розробка систем картографічного забезпечення для управління екологічною безпекою території області / Г.Я. Красовський, О.М. Трофимчук, Л.В. Зотова: регіональна нарада 13-14 червня 2007 р. – Тернопіль, 2007. – С. 41-49.

13. Красовський Г.Я. Космічний моніторинг безпеки водних систем з застосуванням геоінформаційних технологій / Г.Я.Красовський. – К.: Інтертехнологія, 2008. – 480с.

14. Міщенко Л.В. Геоекологічне районування. Наукова монографія за ред. О.М. Адаменка/Л.В. Міщенко. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2011. – 408с.

15. Радловська К.О. Із історії досліджень проблеми збалансованого ресурсокористування для побудови районних ГІС / К.О. Радловська // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, 2012, № 1(5). – С.56-60.

16. Радловська К.О. Ландшафтна, екологічна та геоекологічного районування картосхеми Рогатинського Опілля / К.О. Радловська // Екологічна безпека та природокористування. – Зб.наук.праць, Київ.нац.ун-т буд-ва і архітектури, Ін-т телекомунікацій і глобал. інфор.простору. – К., 2013. – Вип. 13. – С. 35-44.

17. Радловська К.О. Природно-техногенний стан довкілля у зоні впливу Богородчанського газотранспортного вузла на Прикарпатті / К.О. Радловська // Екологічна безпека: науковий журнал. – Кременчук, № 2/2013 (16). – С. 53-56.
18. Рудько Г.І. Екологічна безпека та раціональне природокористування в межах гірничопромислових та нафтогазових комплексів (наукові та методологічні основи). / Г.І. Рудько, Л.Є. Шкіца. – К.: Нічлава, 2001. – 528 с.
19. Рудько Г.І. Екологічна безпека техноприродних геосистем (наукові та методичні основи): наукова монографія / Г.І. Рудько, С.В. Гошовський. – К.: Нічлава, 2006. – 464 с.
20. Яковлев Е.А. О структуре оценки и управление экологическим риском геологической среды Украины / Е.А. Яковлев // Геологический журнал, 1993. – С. 41-52.
21. Яковлев Е.А. Экологическая геология. На черте двух наук // Минеральные ресурсы Украины, 1, 1994. – С. 15-22.
22. Adamenko O., Stelmakh O., Zorin D., Radlovska K.. Idea of the ecological and geological tourism center in Starunia (Fore-Carpathian region, Ukraine). Geoturystyka, geotourism. – Akademia Gorniczo-Hutniczej. – Krakiw, №3 (18), 2009. – P.21-25.
23. Kloke A. Content of arsenik, cadmiumchromium, fluorine, lead, mercury and nickel in plants grow on contaminated soil, papers presented at United Nations-ECE Symp. on Effects of Air-borne Pollution on Vegetation / A. Kloke. –Warsaw. – 1979. – 192 p.
24. Mandryk Oleg, Radlovska Katerina. Contamination of soils with heavy metals in the industrialized region of Western Ukraine: Western Podole Upland // Geomatics and environmental engineering. – AGH University of science and technology. – Krakow, Quarterly Vol. 7 (No.1), 2013. P.75-82.
25. Mann R. F. Global environmental Monitoring System (GEMS). Action Plan for Phase 1. SCORE. Rep. 3 – Toronto, 1973, 130p.
26. Pedro G. Distribution des principoux types dfalteration chimigne a la Surfacedu globe / G. Pedro // Precipitation d-une esquisse geographinque, Resu. Geographie Phys. et geol // JMnam, 1968. – PP. 457-470.

*Поступила в редакцію 8 грудня 2014 р.
Рекомендувала до друку д.т.н. О.С. Волошкіна*

УДК 502.7.55

Невенченко А.І.
*Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

ГЕОЕКОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ПОСЕЛЕНЬ МІСЬКОГО ТИПУ (НА ПРИКЛАДІ КОЛОМІЙСЬКОГО РАЙОНУ)

Здійснено геоекологічний аналіз поселень міського типу на низовому адміністративно-територіальному рівні.

Ключові слова: аналіз, екологічна безпека, геосистеми.

Проведен геоэкологический анализ селений городского типа на административно-территориальном уровне.

Ключевые слова: анализ, экологическая безопасность, геосистемы.

Done Geoecological analysis of urban settiements.

Key words: analysis, tkological safety, geosystems.

© Невенченко А.І., 2015