

УДК 550.42

## ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НА ПРИКЛАДІ ТЕРИТОРІЇ ЗАКАРПАТТЯ

**Л. В. Міщенко**

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна. E-mail: Larisa2@ i.ua

Досліджена динаміка змін компонентів геосистем Закарпаття з використанням новітніх методів їх аналізу на вміст забруднювачів. Розраховані кількісні показники, і на їх основі з використанням ГІС-технологій виконано ранжування території за екологічним станом: нормальний, задовільний, напружений, складний, незадовільний, передкризовий. Для кожного стану пропонуються відповідні природоохоронні заходи: негайні, оперативні, довгострокові та ін. Екологічні параметри середовищ довілля оброблені у вигляді комп'ютерних баз даних з метою картографічного моделювання та прогнозування різних варіантів їх подальшого функціонування, визначення екологічних ризиків, безпеки і меж екологічних та економічних показників, які є основою для геоекологічного районування систем екологічної безпеки територій.

**Ключові слова:** екологічна безпека, забруднення, ландшафт, геоінформаційне моделювання.

## ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ ЗАКАРПАТЬЯ

**Л. В. Мищенко**

Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа  
ул. Карпатская, 15, г. Ивано-Франковск, 76019, Украина. E-mail: Larisa2@ i.ua

Исследована динамика изменений компонентов геосистем Закарпатья с использованием новейших методов их анализа, на содержание загрязнителей. Рассчитаны количественные показатели, и на их основе с использованием ГИС-технологий выполнено ранжирование территории по экологическому состоянию: нормальное, удовлетворительное, напряженное, сложное, неудовлетворительное, кризисное; предлагаются соответствующие природоохранные мероприятия: оперативные, долгосрочные и др. Экологические параметры окружающей среды обработаны в виде компьютерных баз данных для картографического моделирования и прогнозирования различных вариантов их дальнейшего функционирования, определения экологических рисков, безопасности и границ экологических и экономических показателей, которые и являются основой для геоэкологического районирования систем экологической безопасности территорий.

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, загрязнения, ландшафт, геоинформационное моделирование.

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.** Приграничні території України мають особливий статус. Закарпатська область – одне з таких адміністративних територіальних утворень, що входить до Карпатського Євросередині разом з приграничними воєводствами Польщі, землями Словаччини і Угорщини, повітами Румунії. Наші сусіди вже є членами Європейського Союзу, а Україна тільки планує вступити до цього об'єднання. У зв'язку з цим необхідно у всіх сферах соціально-економічного життя досягти європейських стандартів. Це стосується і геоекологічного стану довкілля. Тому оцінка компонентів навколишнього природного середовища Закарпаття з метою наближення його до вимог ЄС є актуальною проблемою.

Мета роботи – геоінформаційне моделювання систем екологічної безпеки на прикладі території Закарпаття.

**МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.** Визначення сучасної геоекологічної ситуації територій виконується методами екологічного аудиту згідно із Законом України „Про екологічний аудит”. Такі роботи розпочались з ландшафтних методів оцінки стану довкілля Л.Л. Малишевою [5], О.М. Мариничем і П.Г. Шищенком [6], А.В.

Мельником [7], О.М. Адаменком [1], В.П. Палієнко [8], С.С. Попом, Ф.Д. Гамором [1], В.М. Петліним [7] та ін. І якщо на перших етапах вивчались лише геологічне середовище, рельєф, долинно-лісові екосистеми у зв'язку з повеннями в долині р. Тиси, виникненням загрози зсувів, селей, карсту, руйнування берегів і т.д., то пізніше більше уваги стали приділяти екологічному станові ґрунтового покриву, поверхневим і підземним водам, атмосферному повітрю. Дослідники почали використовувати еколого-ландшафтні, еколого-геохімічні методи за допомогою ГІС-технологій. Географічні інформаційні системи (ГІС) в останні 10-15 років набули значного розвитку та широкого застосування при вивченні геосистем і вирішенні спектру географічних та екологічних завдань і проблем – від оцінки стану ландшафтів, річкових систем, земельних і водних ресурсів, атмосферного повітря, рослинного покриву і тваринного світу, демографічних, соціально-економічних і геополітичних систем та об'єктів, до виявлення тенденцій змін довкілля і передбачення стану його компонентів у майбутньому (прогнозування) та обґрунтування комплексу природоохоронних заходів. Тільки за умов проведення комплексу еколого-геохімічних досліджень та екологічного

картування може бути виконана об'єктивна оцінка геоекологічного стану довкілля для систем екологічної безпеки. Так, 2001–2003 року при виконанні проекту ЄС TACIS „Вдосконалення транскордонної системи збереження природи Верховини” були проведені геоекологічні дослідження на території Закарпатської області. У польових роботах брали участь керівник проекту О.М. Адаменко, відповідальний виконавець Л.В. Міщенко, асистенти М.Г. Грицюк, Д.О. Зорін та студенти–практиканти. На площі біля 12,8 тис. км<sup>2</sup> була розташована мережа зі 152 точок спостережень, 17 з яких входять до Карпатського Єврорегіону (рис. 1). Точки спостережень рівномірно охоплюють Закарпатську область. Робочий масштаб польових досліджень 1: 300 000. На приграничній території Закарпатської області, яка теж входить до складу Карпатського Єврорегіону, виконаний екологічний аудит стану компонентів навколишнього природного середовища – геоморфосфери, ґрунтового покриву, поверхневих і ґрунтових вод, атмосферного повітря і ландшафтів – методами еколого-геохімічного оцінювання забруднень важкими металами, радіонуклідами, пестицидами, нафтопродуктами. Запропоновані заходи оптимізації екологічної ситуації в регіоні [2].

Для виконання комплексних статистично-картографічних і модельованих досліджень та обробки екологічної інформації нами були використані сучасні програмні продукти. Застосовувались різноманітні функціональні можливості нових типів програмного забезпечення геоінформаційних систем, розроблені способи побудови моделей.

За своїм призначенням ГІС можна розділити на чотири функціональні категорії: прості (засоби складання карт і діаграм), настільні ГІС-пакети широкого використання, повнофункціональні системи, ГІС – систем екологічної безпеки: багаторівневих ієрархій – держава, регіон [4], область (екосистемний), місто (урбо), район (локальний), підприємства чи складного об'єкта

впливу (корпоративні системи), де наступний рівень враховує особливості попереднього – від міждержавного до об'єктового. Сучасна настільна геоінформаційна система пропонує повний набір засобів для аналізу та управління даними. Такі продукти, як ArcView GIS, MapInfo, GeoMedia, GeoGraph/GeoDraw, за функціональними можливостями прирівнюються до передових СУБД і, крім цього, надають засоби аналізу, інтеграції і відображення просторових даних [2]. Процес оцінки сучасного екологічного стану територій, завершується складанням цілого комплексу комп'ютерних (електронних) еколого-техногеохімічних карт: за окремими елементами-забруднювачами – поелементні; за окремими компонентами довкілля – покомпонентні; результуючої інтегральної карти, на якій визначаються зони екологічної небезпеки різного рівня: сприятливі, задовільні, напружені, складні, незадовільні, передкризові, критичні, катастрофічні. Цю технологію геоекологічного моделювання геоекологічної оцінки для систем екологічної безпеки ми пропонуємо для інших регіонів України та зарубіжжя.

Автор статті приймав активну участь у розробці “Комп'ютеризованої інформаційно-аналітичної та прогнозно-керуючої системи екологічного моніторингу, техногенно-екологічної безпеки, прогнозу та попередження надзвичайних ситуацій (КСЕБ)”, яка складається із семи блоків: концептуальні основи екобезпеки, визначення сучасної екологічної ситуації, оцінка впливів на навколишнє середовище, моніторинг довкілля та моделювання і прогнозування стану геоекосистем, екологічний ризик, безпека життєдіяльності та екологічний менеджмент. У зв'язку з тим, що аналіз екологічної інформації виконувався з використанням сучасних ГІС-технологій, ця інформація концентрувалась у відповідних базах даних, окремо для кожного з 10 компонентів навколишнього середовища.

Таблиця 1 – Результати аналізів на вміст основних забруднювачів (від 12 до 21 і більше) групуються у відповідні бази даних

№ п/п	№№ проб	Вміст елементів Сі, мг/кг, клас токсичності												Сумарний коефіцієнт забруднення СІЗ або Z <sub>c</sub>
		I клас		II клас				III клас			IV клас			
		Hg	Cd	Zn	Cu	Pb	Ni	Co	Mo	Cr	Se	Fe	Al	
	Г ДК	2,1 Валовий	0,6	23 Рухливі	3 рухливі	32 Валовий	4 рухливі	5 рухливі	0,2	0,05 Валовий	не встановлено	не встановлено	не встановлено	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1	0	0	1,4	0,1	2,4	0,4	0,1	0,01	0	0,01	20,1	5,4	1,425594306
2	2	0	0	1,6	5,4	2,6	0,1	0,2	0,03	0	0,02	35,4	6,9	3,941383339
3	3	1,4	0,4	19,4	6,2	64,2	5,2	6,1	0,3	0,06	3,6	66,4	70,2	25,40167432
4	4	1,5	0,5	18,6	6,1	5,4	0,1	0,1	0,01	0,04	0,03	60,3	91,3	12,82035861
5	5	0	0	1,2	0,4	6,4	0,3	0,3	0,07	0	0,04	65,2	5,4	3,74764076

Досліджувана територія „покривається” мережею геоекологічних полігонів (рис. 1), де відбираються проби ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод, атмосферного повітря і рослинності для аналізу на вміст забруднювачів. Результати на ландшафтній основі в Карту сучасної екологічної ситуації (рис. 4). Тільки така карта може характеризувати весь комплекс особливостей екологічної ситуації, екологічних станів та геоекологічного районування тої чи іншої території для розробки систем екологічної безпеки (рис.4).

*Геоморфологія.* Закарпаття – це переважно гірська область, оскільки не менше 4/5 її території займають гори та передгір'я. Лише на південному заході розташована низинна рівнина. Формування

аналізів у вигляді баз даних (табл. 1) екологічної інформації обробляються з використанням ГІС-технологій (рис. 2), а отримані таким способом поелементні і покомпонентні еколого-техногеохімічні карти (рис. 3, 4) інтегруються рельєфу Закарпатської області відбувалося при взаємодії двох протилежних сил: внутрішніх і зовнішніх. Сили внутрішніх процесів Землі створили основні нерівності поверхні області – морфоструктури, а екзогенні сили, зумовлені дією поверхневих вод, льодовиків, живих організмів тощо, діючи на ці морфоструктури, урізноманітнили їх, утворивши форми рельєфу, які мають назву морфоскульптур [7].



Рисунок 1 – Картосхема території досліджень

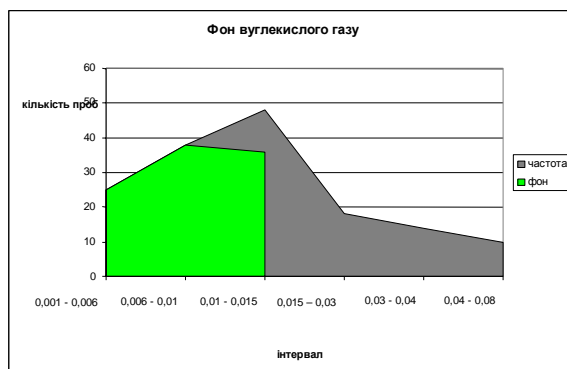


Рисунок 2 – Графічні розрахунки ізоконцентрат (ік) вуглекислого газу (мг/м<sup>3</sup>)

На ґрунтовій схемі області виділено 28 основних ґрунтових відмін. Зупинимось на характеристиці найбільш типових за генезисом і найбільш важливих для сільського та лісового господарств. Для визначення екологічного стану ґрунтового покриття за даними аналітичних досліджень, побудовані бази даних, що

характеризують забруднення ґрунтів хімічними елементами різного ступеня токсичності. Було відібрано 149 проб на вміст наступних токсичних компонентів: берилію, ртуті, миш'яку, кадмію, селену, свинцю, кобальту, молібдену, стронцію, міді, цинку, нікелю, хрому, ванадію, фенолу, нафтопродуктів, хлору та SO<sub>2</sub> (рис. 4).

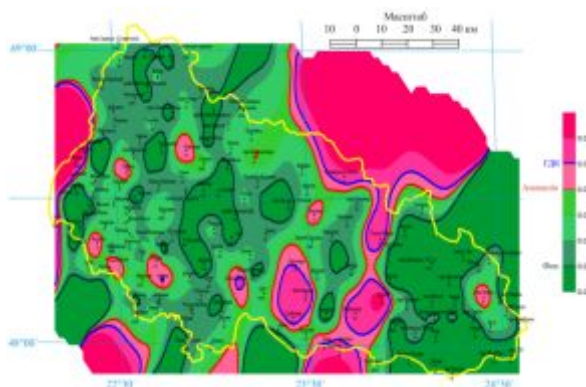


Рисунок 3 – Поелементна еколого-техногеохімічна карта вмісту вуглекислого газу в атмосфері Закарпатської області ( мг/м<sup>3</sup>)

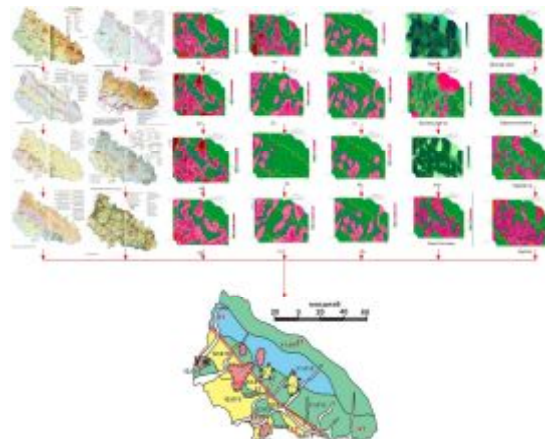


Рисунок 4 – Геоінформаційна модель екологічної безпеки території Закарпатської області

Аналізуючи еколого-техногеохімічні карти розповсюдження берилію, міді, нікелю та молібдену у ґрунтах Закарпаття, необхідно відмітити, що найвищі концентрації спостерігаються в південній, а також південно-західній частині області (м. Солотвино і Мукачево) – точки відбору проб № 59ке (концентрація – 12,4 мг/кг) та № 42ке (концентрація – 18,2 мг/кг). Найбільший вміст токсичних компонентів спостерігається в точці відбору проб № 59ке, яка розташована на півдні області. Високі концентрації притаманні західним, південно-західним та частково центральним частинам даної території, де розташовані промислові підприємства м. Ужгорода, Мукачева, Хуста та ін., які є основними джерелами забруднення ґрунтів.

*Екологічний стан поверхневих і ґрунтових вод.* Проаналізуємо екологічний стан р. Тиси. При злитті Білої та Чорної Тиси категорія якості води добра, а вже біля с. Великий Бичків вона змінюється на категорію 6 (погані). У точках відбору проб № 66 та № 65 біля м. Солотвино категорія якості 4 (задовільні). На наступному відтинку від Солотвино до Хуста категорія якості води в р.Тисі – 5 (посередні), а ближче до кордону з Угорщиною вона змінюється на 6, що характеризує стан води, як брудну. У правих допливах р. Тиси, наприклад, у р. Уж, переважає категорія якості води добра, лише у точці відбору проб № 138, біля м. Ужгорода, вона змінюється на посередню. На відміну від р. Уж, вода у р. Латориці більш забруднена, у точці відбору проб № 104 (при виході з гір) категорія якості води задовільна, а в точках № 112 (с. Чинадієво) та № 145 (м. Мукачево) вона посередня. Переважаючими категоріями якості води для р. Ріка є добра та задовільна.

Показником якості поверхневих вод є стан донних відкладень, в яких можуть накопичуватися багато шкідливих елементів. Відбір проб донних відкладень водойм і водотоків проводився автором статті для визначення вмісту ртуті, кадмію, цинку, міді, свинцю, нікелю, кобальту, молібдену, хрому, селену, заліза та алюмінію. Найвищі концентрації даних інгредієнтів спостерігаються на північному заході, південному заході та південному сході. Аналізуючи особливості розповсюдження молібдену в донних відкладеннях, необхідно відмітити, що найвищі концентрації містяться в точках відбору проб № 41 та № 116 (концентрація 0,55 мг/кг) (гора Великий Верх та с. Боржава).

Ґрунтові води – це перший від поверхні водоносний горизонт. Найбільший вміст важких металів спостерігається в точці відбору проб № 19ке, яка розташована на заході області. Високі концентрації також містяться в точках, які прослідковуються з північного заходу на південний схід. Наприклад, максимальна концентрація свинцю міститься в точці відбору проб № 88

(концентрація 0,2 мг/дм<sup>3</sup>) та № 50 (концентрація 0,1 мг/дм<sup>3</sup>), що розташовані біля м. Хуста та с. Майдан відповідно. Максимальна концентрація сульфатів міститься в точці відбору проб № 21 (концентрація 430,9 мг/дм<sup>3</sup>), а також в точках № 44ке та № 28ке з концентрацією 420,1 мг/дм<sup>3</sup> (район м. Мукачево).

*Екологічний стан атмосферного повітря.* Клімат Закарпатської області формується в результаті складної взаємодії радіаційних умов, циркуляції атмосфери та рельєфу. Основними циркуляційними процесами формування клімату є перенос різноманітних повітряних мас, їх трансформація і утворення атмосферних фронтів, циклонічна та антициклонічна діяльність. Всі форми циркуляції зумовлюють перевагу переносу повітряних мас з Атлантичного океану над переносом континентального повітря зі сходу. Наявність Карпат суттєво впливає на хід циркуляційних процесів, особливо на розповсюдження повітряних мас, швидкість і напрям переміщення атмосферних фронтів, виникнення місцевих циклонів. Вивчення екологічного стану атмосферного повітря проводилось нами за допомогою аналізу відібраних проб. Точки відбору проб були приурочені до обраної мережі спостережень, яка більш-менш рівномірно охоплює територію області. На основі бази даних побудовані електронні (комп'ютерні) поелементні еколого-техногеохімічні карти (рис. 2, 3).

У пробах атмосферного повітря визначався вміст кисню, азоту, вуглекислого газу (рис. 2), завислих речовин, бензину, толуолу, ксилолу, ацетону, бензолу, аміаку, фенолу, хлору, H<sub>2</sub>S, CO, NO<sub>2</sub> та сполук важких металів As, Hg, Cd, Se, Pb, Cu, Zn, Ni, Co, Mo, Cr, Fe. Перевищення ГДК спостерігається за такими елементами: миш'як – в 4 рази, ртуть – в 6 разів, кадмій – в 3,6 разів, селен – в 6 разів, свинець – в 34 рази, мідь – в 4,5 рази, цинк – в 36 разів, нікель – в 4 рази, кобальт – в 3 рази, молібден – в 5 разів, хром – в 3 рази та заліза – в 9 разів.

Максимальна концентрація миш'яку спостерігається у точці відбору проб № 19ке (концентрація 12,8·10<sup>-5</sup> мг/м<sup>3</sup>), що знаходиться у північно-західній частині даної території (м. Ужгород). Це пояснюється тим, що в місті розташовані промислові об'єкти, які забруднюють атмосферне повітря. Найнижчі концентрації характерні для центральної та південно-східної частин області. Підвищені концентрації кадмію відзначаються у точках відбору проб № 42ке (25,8·10<sup>-5</sup> мг/м<sup>3</sup>), яка знаходиться на заході досліджуваної території (м. Мукачево), № 47 – в центрі області (с. Луково), № 75 – на півдні (с. Великий Бичків) з концентрацією 24,3·10<sup>-5</sup> мг/м<sup>3</sup>. Найнижчі концентрації спостерігаються на півночі та південному сході. Максимальна концентрація ртуті (13,6 мг/м<sup>3</sup>)

знаходиться в точці № 42ке (м. Мукачево). Найбільший вміст міді та цинку спостерігається в точках № 19ке (м. Ужгород), № 6 (с. Перечин) та № 7 (с. Дубиничі). Максимальна концентрація свинцю ( $18,3 \text{ мг/м}^3$ ) міститься в точці № 19ке (м. Ужгород), а селену – в точці № 36 (с. Луг). Отже, високий вміст важких металів притаманний західним і південно-західним регіонам області.

Найбільший вміст фенолу міститься в точці № 19ке (концентрація  $0,09 \text{ мг/м}^3$ ) та 53ке (концентрація  $0,07 \text{ мг/м}^3$ ), а хлору в точках № 72 (с. Руська Мокра) з концентрацією  $0,13 \text{ мг/м}^3$ , № 19ке, № 53ке та № 65 з концентрацією  $0,12 \text{ мг/м}^3$ . Високий вміст аміаку міститься в точках № 34, № 35 (концентрація  $0,9 \text{ мг/м}^3$ ) та № 36 (концентрація  $1,1 \text{ мг/м}^3$ ), які розташовані в південно-західній частині області. Найбільші концентрації оксиду азоту спостерігаються в точках № 53 та 42, які знаходяться в північній частині території, а також в точках № 121, № 33 – в південно-західній частині та № 59ке, яка розташована на півдні.

*Ландшафти Закарпаття* належать лише частково до низинних, а здебільшого це – гірські [7]. Охарактеризуємо ландшафтні яруси Закарпаття. Заплавно-нижньотерасовий ярус включає річкові заплави, перші, другі та треті тераси у річкових долинах. Середньотерасовий ландшафтний ярус складається в основному з четвертих і п'ятих надзаплавних терас, що простягаються більш-менш широкими смугами вздовж підніжжя Вулканічного хребта і займають значну частину Солотвинської улоговини, але вздовж поперечних долин Закарпаття – Ужа, Латориці, Боржави, Ріки, Терелі, Тересви і Тиси – вони вузькі та фрагментальні. Високотерасовий ландшафтний ярус найбільш поширений у міжгірських пониженнях. Місцевості цього ярусу сильно почленовані балками, подекуди ярами та особливо численними складними зсувами, яким сприяють близьке залягання водотривких глинистих сланців і великі суми атмосферних опадів. Ярус пологосхилових низькогірних хребтів, що піднімаються в середньому до 1000 м, вкритий на значних площах лісами. Крутизна схилів цього ярусу звичайно не перевищує  $20^0$ , але вони досить інтенсивно почленовані балочними ерозійними формами та зворами невеликих потічків, отже, мало придатні для орних земель [7].

**ВИСНОВКИ.** На ландшафтну основу Закарпатської області нанесено аналітичні дані з забруднення і, таким чином, побудували карту

геоекологічного районування з виділенням цілого ряду геоекологічних структур регіонального і локального ієрархічних рівнів. У цілому територія Закарпатської області екологічно чиста. Окремі забруднені ділянки з перевищенням кларкових і регіональних фонових умістів зустрічаються дуже рідко, лише поблизу м. Ужгород, Мукачево (геоекологічна пляма), Хуст. Отже, Закарпаття – це одна з екологічно найбезпечніших областей України, де зберігаються прекрасні умови для оздоровлення населення, курортного лікування, розвитку туристичної індустрії.

Нами створені геоінформаційні моделі для систем екологічної безпеки (рис. 4) для екологічно безпечного збалансованого ресурсокористування з метою сталого розвитку та управління станом довкілля. Запропоновані нами ГІС-моделі можна розповсюдити на будь-який регіон, якщо дослідник буде мати достатню кількість конкретних параметрів, що характеризують як природний стан компонентів ландшафтів, так і їх техногенне трансформування.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Адаменко О.М., Крижанівський Є.І., Нейко Є.М. и др. Екологія міста Івано-Франківська. – Івано-Франківськ: Сіверсія МВ, 2004. – 200 с.
2. The procedure of ecological estimation of technogenic influence on landscape transformation – Y. Adamenko, L. Mishchenko // Mat. International symposium “Mineral resources and environment engineering”. – Baia Mare: Editura Universității de Nord, 2008.
3. Боков В.А. Экологическое картирование. Учебное пособие. – Симферополь, 2006. – 229 с.
4. Екологічна безпека / В. Шмандій, В. Некос. – Харьков.: ХНУ, 2008. – 436 с.
5. Малишева Л.Л. Геохімія ландшафтів: навчальний посібник для студ. вищ. навч. закл. – К.: Либідь, 2000. – 472 с.
6. Маринич О.М., П.Г. Шищенко. Фізична географія України. – К.: Знання, 2006. – 511с.
7. Мельник А.В. Особливості сучасного екологічного стану геоекосистем Українських Карпат // Вісник Львівськ. ун-ту. Серія географічна. – Вип. 29. – Част. II. – 2003. – С. 214–221.
8. Палієнко В.П., Барщевський М.Є., Бортник С.Ю. и др. Загальне геоморфологічне районування території України //Український географічний журнал. – 2004. – №1. – С. 3–11.

## GEOINFORMATIONAL MODELING ENVIRONMENTAL SAFETY SYSTEMS IN CASE OF TERRITORY ZACARPATIA

**L. Mishchenko**

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

vul. Carpathian 15, Ivano-Frankivsk, 76019, Ukraine. E-mail: Larisa2@i.ua

The dynamics of changes in the components of Zacarpattia geosystems, using the latest methods of analysis, the content of pollutants. Calculated quantities and based on them, using GIS technology holds ranking site to environmental conditions: normal, fair, intense, complex, poor, crisis. For each state, suggests appropriate environmental measures - operational, long-term environmental and other. Environmental parameters processed by computer databases for cartographic modeling and prediction of the various options for the continued operation, identifying environmental risks, security and border environmental and economic performance, which are framework for geo-environmental zoning systems for environmental safety areas. Zacarpattia - is one of the environmentally safest regions of Ukraine, which holds perfect conditions for promoting public health, spa treatment, development of the tourism industry.

**Key words:** Ecological safety, pollution, landscape, geoinformation modeling

## REFERENCES

1. Adamenko O.M., Krizhanivsky Є.I., Neyko Є.M. at ath. Ekological of city Ivano-Frankivsk. – Ivano-Frankivsk: Siversiya MV 2004. – 200 p. [in Ukrainian]
2. The procedure of ecological estimation of technogenic influence on landscape transformation/ Y. Adamenko, L. Mishchenko // *Mat. International symposium "Mineral resources and environment engineering"*. – Baia Mare: Editura Universității de Nord, 2008. – 12 p. [in Romania]
3. Bokov V.A. Ecological mapping. Textbook.. – Simferopol, 2006. – 229 p. [in Ukrainian]
4. Ecological safety / V. Shmahdij, V. Necos. – Kharkiv:HNU, 2008. – 436 p. [in Ukrainian]
5. Malysheva L.L. Geochemistry landscapes: Tutorial for student of universities. – K., 2000. – 472 p. [in Ukrainian]
6. Marinich O.M., Shyshchenko P.G. Physical Geography of Ukraine. - K.: Knowledge, 2006. - 511p. [in Ukrainian]
7. Melnik A. Features of the current status heokompleksiv Ukrainian Carpathians // *Visnyk. Univ. Geographical Series*. – Iss. 29. – Part II. – 2003. – PP. 214-221.
8. Palienko V.P, Barshevsky M.E., Bortnik S. at ath General geomorphological zoning Ukraine // *Ukrainian Geographic magazine*. – 2004. – № 1. – PP. 3-11 p. [in Ukrainian]

Рекомендовано до друку д.т.н., проф. Адаменком Я.О.