

УДК 504.36.574 (234.421.1)

Триснюк І.В.

Екологічна безпека агроєкосистем Прикарпаття

Постановка проблеми. В зонах інтенсивного промислового та сільськогосподарського виробництва необхідно проводити геоекологічний аудит – контроль, комплексну оцінку, моделювання та прогнозування впливу техногенного забруднення на навколишнє середовище та стан здоров'я населення. Техногенний тиск на сучасні геосистеми зростає з кожним роком та приводить до їх трансформації, які можуть дійти до незворотніх змін, що не тільки погіршить сучасну екологічну ситуацію, а й призведе до руйнування природних геосистем. Для народного господарства необхідно забезпечити екологічну та економічну його стабільність, що можливо лише з максимальним урахуванням всіх природних та техногенних (антропогенних) чинників, які впливають на екологічний потенціал того чи іншого регіону з підвищеним техногенним навантаженням.

Кожна геосистема є результатом багатофакторної взаємодії не менше дев'яти як природних так і техногенних чинників: 1) літогенної основи ландшафтів (геологічного середовища), 2) природних геофізичних полів та їх впливу на геосистеми та здоров'я населення, 3) геоморфологічних особливостей рельєфу, 4) поверхневих, ґрунтових та підземних вод, 5) атмосферного повітря, 6) ґрунтів, 7) рослинного покриву, 8) тваринного світу, 9) техногенного навантаження. Окрему геосистему формують показники захворюваності населення у залежності від стану довкілля.

Дослідивши динаміку розвитку геосистем та їх забруднення, можна моделювати та прогнозувати різні варіанти і сценарії їх подальшого функціонування в межах заданих екологічних та економічних параметрів, які забезпечать гармонізацію відносин між виробництвом та навколишнім середовищем. Існуючі в Україні і в світі методи визначення сучасної екологічної ситуації ґрунтуються на порівнянні змін навколишнього середовища природним шляхом та під впливом техногенного навантаження лише на основі вивчення обмеженої кількості компонентів ландшафтів, а саме: ґрунту, води і повітря. В нашій статті розглядаються не тільки ці три, а всі названі вище дев'ять складових геосистеми. Важливим при цьому є рівнозначне і детальне вивчення усіх дев'яти компонентів довкілля на такому геоекологічному полігоні, де можна побудувати детальні картографічні та комп'ютерні моделі.

Такі дослідження необхідні для усіх територій та галузей народногосподарського комплексу України. Нами обраний модельний район Покуття (Прут-Дністровське межиріччя), що в адміністративному відношенні відповідає Снятинському району Івано-Франківської області. Цей район є типовим для вивчення екології агроландшафтів, але методика визначення сучасної екологічної ситуації може бути використана на будь-якій іншій території.

Аналіз попередніх досліджень. Еколого-ландшафтне, медико-екологічне і техногеохімічне картування природних і антропогенно змінених ландшафтів України виконували А.В. Антипова, Н.Г. Важенін, В.С. Горбатов, В.С. Давидчук, Р.Ф. Зарудна, Л.Л. Малишева, Г.О. Пархоменко, Л.Г. Руденко, В.О. Шевченко та

багато інших. Детальні роботи такого плану найближче до нашого регіону – Прут-Дністровського межиріччя – виконані В.М. Гуцуляком, М.О. Куницею, Л.І. Воропай, В.П. Руденко, М.В. Дутчаком, П.І. Черногою, В.Б. Присакаром для Буковини і Передкарпаття, А.В.Мельником для Івано-Франківської області, І.М. Волошиним для Закарпаття. Дослідження цих авторів, а також багатьох інших враховані нами при розробці геоекологічного (еколого-ландшафтного) районування досліджуваної території.

Методика робіт. На обраному полігоні площею 500 км² організована система моніторингу із 78 точок спостережень, в яких періодично відбирались проби із різних середовищ довкілля. В роботі використані результати аналізів 505 проб ґрунтів, 125 – донних відкладів, 137 – підземних і ґрунтових вод, 147 – поверхневих вод, 248 – атмосферного повітря, 182 – снігу, 155 – рослинних і 259 – тваринних сільськогосподарських продуктів та ін. – всього 1756 проб. Всі проби були проаналізовані на рентгенофлюоресцентних, атомно-адсорбційних приладах та хроматографах, а результати аналізів у вигляді баз даних були оброблені на комп'ютерах в GIS MAP INFO. В результаті було виготовлено кілька сот електронних еколого-техногеохімічних карт, які характеризують забруднення 21 хімічним елементом, 19 пестицидами, 8 нафтопродуктами і 2 радіонуклідами 8 компонентів навколишнього середовища.

Визначення аномалій забруднення ґрунтів, ґрунтових вод, атмосферного повітря, рослинної і тваринницької продукції здійснювалось 2 шляхами: 1) поелементні карти забруднення того чи іншого компонента інтегрувались шляхом комп'ютерного накладання і таким чином виявлялись контури аномалій; 2) для кожного компонента ландшафту будувались карти сумарного показника забруднення, а потім ці карти накладались одна на одну і в результаті виявлялись аномалії забруднення ландшафтів за всіма компонентами. Ці контури виносились на карту геоекологічного стану. Порівняння цих двох шляхів показало, що перший шлях вимагає великої кількості точок відбору проб, тобто він більш ресурсозатратний, але дає об'єктивні результати.

Результати досліджень. Екологічний стан ґрунтового покриву в досліджуваному районі визначається інтенсивною розораністю, механічним впливом сільськогосподарської техніки на структуру ґрунту, процесами вітрової та водної ерозії, яка значно знизилася вміст гумусу і тим самим негативно вплинула на родючість ґрунтів, а також хімічним та радіаційним забрудненням. Розподіл хімічних і радіоактивних елементів-забруднювачів в ґрунтового покриві Снятинського району виявляє певні закономірності. Найбільшими забруднювачами ґрунтів є As, Pb, Zn, Se, Be, F, B, Co, Ni, Mo, Sb, Ba, V, W. Вони накопичуються в ґрунтах іноді у великій кількості, перевищуючи ГДК в 5-10 разів. Максимальна концентрація забруднювачів відбувається в нижній частині генетичного горизонту А₂ ґрунтів, на глибинах 20- 30 см, де накопичується до 2-3 ГДК того чи іншого токсичного хімічного елементу. Просторовий розподіл хімічних забруднювачів виявляє чіткий зв'язок їх аномалій з контурами різних типів ґрунтів і елементів рельєфу. Плями забруднень простягаються зі сходу на захід, тобто паралельно ландшафтам, геоморфологічним структурам, типам ґрунтів і долинам рік Черемоша, Прута і Дністра. Це може свідчить про те, що забруднення ґрунтів тут формувалось на протязі багатьох років і було пов'язано з характерними для долин Дністра і Прута переносами повітряних мас вздовж цих долин.

Радіаційне забруднення від Чорнобильської катастрофи у вигляді витягнутої з північного сходу на південний захід еліпсоподібної плями наклалось під кутом на ореоли забруднення важкими металами. В зонах пересікання аномалій цих металів з радіоактивною плямою не виключена кумулятивна (підсилена) дія забруднювачів на ландшафти і людину.

Пестицидне забруднення ґрунтів виявлене у вигляді кількох плям біля великих населених пунктів. Воно зв'язано з виносом отрутохімікатів на поля зі складів, де не створено безпечних умов зберігання.

Екологічний стан поверхневих, ґрунтових і підземних вод в основному задовільний. Найбільше забруднені ґрунтові і, частково, поверхневі води, що знаходяться гіпсометрично нижче від тваринницьких ферм, свинокомплексів та джерел скидів недостатньо очищених стоків. Характер площинного розподілу важких металів в поверхневих і ґрунтових водах приблизно однаковий. Зони, де є перевищення ГДК в кілька разів, утворюють аномалії, що мають витягнуті контури і простягаються відповідно з основними ландшафтно-морфологічними одиницями. Це свідчить про те, що забруднення накопичувалось досить довго, а його міграція пов'язана з повітряними та водними потоками.

Забруднення атмосферного повітря пов'язано з 3 групами чинників: 1) транскордонне перенесення забруднень; 2) місцеві джерела; 3) автомобільний транспорт. За оцінками українських і польських спеціалістів, масштаби транскордонних переносів з Польщі в Україну оцінюються в 691 тис. тонн/рік, що в 1.5 рази перевищує обсяг викидів від регіональних та місцевих джерел. Атмосферне повітря в певній мірі забруднене органічними речовинами, що зв'язані з використанням нафтопродуктів, а також важкими металами, що надходять, завдяки повітряним переносам із сусідніх промислових районів, і випадають з дощем і снігом, забруднюючи ґрунти, води і рослинність. Над промисловими агломераціями в атмосферному повітрі спостерігається дефіцит кисню та надлишки вуглекислого газу і азоту.

Екологічний стан рослинності і тваринницької продукції – природного та сільськогосподарського походження (сіна, картоплі, буряка, кукурудзи, капусти, моркви, молока і м'яса) залежить від поступлення забруднювачів з повітря, поверхневих і ґрунтових вод. Розподіл хімічних елементів Ti, Al, Fe в рослинних кормах і м'ясних продуктах сформував декілька їх аномалій, що приурочені до Городенківського та Русівського ландшафтів та місцевості в районі м. Снятина. Особливо чіткі аномалії заліза. Група поліметалів Cu, Pb, Zn, а також Cd і Se утворюють аномалії, що формують Заболотівську та Снятинську смуги забруднення. Це свідчить про те, що характер розподілу підвищених концентрацій хімічних елементів в біоті дуже близький до тих особливостей, які були виявлені для ґрунтів і вод.

Техногенне навантаження на геосистеми Покуття формується під впливом трьох основних чинників: 1) радіаційних плям від західного сліду Чорнобильської катастрофи; 2) розсіяного забруднення компонентів довкілля важкими металами, нафтопродуктами та ін. від транскордонних переносів та регіональних і місцевих джерел і 3) забруднення агроландшафтів надлишками пестицидів, мінеральних та органічних добрив. Усе це нами враховано при оцінці сучасної екологічної ситуації та при розробці заходів щодо її покращання.

Комплексна оцінка сучасного екологічного стану геосистем та прогноз їх можливих змін виконується на основі аналізу екологічного стану території району

Ер та окремих компонентів навколишнього природного середовища – літосфери **Елс**, геофізичних полів **Егф**, геоморфосфери **Егм**, педосфери **Епд**, гідросфери **Егд**, атмосфери **Еат**, фітосфери **Ефс**, зоосфери **Езс**, демосфери **Едм** та техносфери **Етс**. Це дозволило нам розробити алгоритм геоекологічного аудиту:

$$\mathbf{E_r} = f(\mathbf{E_{лс}}, \mathbf{E_{гф}}, \mathbf{E_{гм}}, \mathbf{E_{пд}}, \mathbf{E_{гд}}, \mathbf{E_{ат}}, \mathbf{E_{фс}}, \mathbf{E_{зс}}, \mathbf{E_{дм}}, \mathbf{E_{тс}}), \quad (1)$$

де екологічний стан кожного компоненту залежить від багатьох охарактеризованих вище чинників.

Наприклад, екологічний стан педосфери $\mathbf{E_{пд}}$ залежить від природних ($\mathbf{E_{пд}^{пр}}$) її особливостей і техногенних змін ($\mathbf{E_{пд}^{тс}}$), що відбулись під впливом забруднення важкими металами ($\mathbf{E_{пд}^{вм}}$), пестицидами ($\mathbf{E_{пд}^{пс}}$), радіонуклідами ($\mathbf{E_{пд}^{рн}}$), нафтопродуктами ($\mathbf{E_{пд}^{нф}}$), надлишком мінеральних добрив ($\mathbf{E_{пд}^{мд}}$) та ін. забруднювачів. Звідси

$$\mathbf{E_{пд}^{тс}} = f(\mathbf{E_{пд}^{вм}}, \mathbf{E_{пд}^{пс}}, \mathbf{E_{пд}^{рн}}, \mathbf{E_{пд}^{нф}}, \mathbf{E_{пд}^{мд}}, \dots). \quad (2)$$

І такі алгоритми застосовані нами для усіх компонентів довкілля, що дозволило побудувати комплексну карту екологічної безпеки, яка враховує екологічну деградацію та забруднення усіх компонентів, і ґрунтується на ландшафтній основі. На карту винесені генералізовані контури найбільш значимих і чітких еколого-техногеохімічних аномалій, що характеризують сучасний екологічний стан ґрунтів, поверхневих вод, атмосферного повітря та біоти рослинного і тваринного походження. Комплексні аномалії визначались шляхом накладання електронних карт по кожному елементу-забруднювачу одна на одну і отримання таким шляхом контурів забруднення. Після цього аномалії компонентів суміщались і визначались смуги забруднення довкілля – спільні для всіх компонентів, які і виносились на комплексну карту сучасної екологічної ситуації Снятинського району.

При співставленні цих смуг, виділених з використанням комп'ютерних програм, з ландшафтним районуванням (А.В. Мельник, 2002) було встановлено, що смуги забруднень різного типу в основному співпадають з ландшафтними місцевостями, а іноді дві місцевості відповідають одній смузі. Це залежить від набору хімічних речовин, які забруднюють ту чи іншу місцевість. Отже, ми пропонуємо при геоекологічному (еколого-ландшафтному) районуванні виділяти нову одиницю – еколого-ландшафтну смугу, що за ієрархією може відповідати кільком чи одній місцевості, або займати положення між місцевістю і урочищем. Вона характеризується певним комплексом ландшафтних умов, але відповідно трансформованими під впливом техногенного навантаження.

Так, на карті екологічної безпеки агроландшафтів Снятинського району нами закартовані Кобацький і Химчинський ландшафти (за А.В. Мельником, 2002), що належать до ландшафтного району Покутсько-Буковинського передгір'я, а також Гостів-Обертинський, Русівський і Городенківський ландшафти Прут-Дністровської височинної області.

На цій ландшафтній основі ми провели геоекологічне (еколого-ландшафтне) районування Покуття, виділивши еколого-ландшафтні смуги. Так, в межах Кобацького ландшафту пропонуємо Джурівську еколого-ландшафтну смугу, яка несе незначне техногенне навантаження, відрізняється нормальним (природним) станом довкілля з локальним забрудненням. Прутівська смуга має задовільний стан довкілля. Химчинському ландшафту відповідають Троїцька і

Тростянецька еколого-ландшафтні смуги з таким же нормальним станом довкілля. Гостів-Обертинський ландшафт має три місцевості, яким відповідають Трофанівська смуга з нормальним станом довкілля, Келихівська смуга зі складним станом довкілля і Заболотівська смуга з високим техногенним навантаженням – передкризовим станом довкілля і значним забрудненням ландшафтів важкими металами, нафтопродуктами і пестицидами.

В межах Русівського ландшафту виділяємо Стецівську смугу з напруженим станом довкілля, завдяки радіонуклідному забрудненню, Ставчанську смугу з незадовільним станом довкілля і Снятинську смугу з передкризовим станом довкілля, високим техногенним навантаженням – забрудненням (грунтів, вод, повітря, продукції рослинного і тваринного походження) важкими металами, нафтопродуктами і пестицидами.

Городенківському ландшафту відповідають Йосипівська смуга з напруженим станом довкілля і середнім забрудненням ландшафтів радіонуклідами і Борівецька смуга з передкризовим станом довкілля, значним забрудненням радіонуклідами, важкими металами і нафтопродуктами (грунтів, води, повітря, сільськогосподарської продукції).

Безумовно, всі еколого-ландшафтні смуги виділені на основі фактичного матеріалу, який ми отримали в процесі своїх досліджень та узагальнення існуючих даних. Аналіз сучасного екологічного стану всіх складових геосистеми – компонентів навколишнього середовища в їхній динаміці дозволив оцінити (в умовних одиницях – балах) стан геосистем Снятинського району, розробити прогноз їх подальшого розвитку, а також намітити, для яких геосистем необхідні стабілізаційні заходи, як довгострокові, так і термінові.

Висновки. Визначені нами еколого-ландшафтні смуги несуть на собі забруднення значно старше Чорнобильської катастрофи. Його походження різне: від транскордонних переносів до регіональних і локальних джерел. Воно розподілилось у відповідності до ландшафтних особливостей досліджуваної території. Це забруднення поступало повільно, розповсюджувалось атмосферними течіями, дощем та снігом, випадаючи на різні ландшафти. Поверхневі води, площинні потоки і тимчасові струмки розподіляли забруднення по різних геоморфологічних рівнях, де воно і депонувалось в залежності від типу ґрунтів, рослинності та геохімії ландшафтів. На відміну від забруднення важкими металами і нафтопродуктами, ореоли радіонуклідного забруднення не мають зв'язку з ландшафтами: вони простягаються під кутом.

Шляхи покращання і оптимізації сучасної екологічної ситуації ґрунтуються на екологічній оцінці окремих агроєкосистем. Вона на даний час оцінюється як нормальна, задовільна, напружена, складна, незадовільна, передкризова. Значна частина території району забруднена небезпечними радіонуклідами. В районі спостерігається висока сільськогосподарська освоєність земель, що сприяє розвитку різноманітних ерозійних процесів (зсуви, поверхневий змив ґрунтів та ін.), а також вказує на незначну частку незмінених природних ландшафтів. Спостерігається зменшення кількості видів тварин і рослин. Також є певні проблеми і з якістю ґрунтових вод, які в деяких населених пунктах мають підвищений вміст важких металів, нітратів, пестицидів. Всі ці проблеми вимагають невідкладного вирішення.

Нами розроблені заходи з екологічної безпеки агроєкосистем, що передбачають збереження геологічного середовища та захисту території від

небезпечних геодинамічних процесів, захист педосфери та охорона земельних ресурсів, запропоновані способи “реанімації” радіаційно забруднених ґрунтів, методи захисту гідросфери та раціонального використання водних ресурсів, заходи з охорони атмосферного повітря, фауни і флори та розширення природоохоронних територій. Розроблені також рекомендації по захисту населення від радіаційного забруднення та інших несприятливих екологічних чинників. Запропонована нами методика створення карт екологічної безпеки може бути використана і в інших регіонах України, де широко розвинуті агроландшафти.

On the example of the explored by the author Prut-Dnister region has been proposed the technology of estimation the ecological safety of agroecosystem after all the components – by a geological environment, by relief, by the geophysical fields, by a hydrosphere, by atmospheric air, ground, plant. The computer design of agroecosystem is executed.