

ВИКОРИСТАННЯ ГІС В ДОСЛІДЖЕННЯХ АНТРОПОГЕННИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ БАСЕЙНІВ МАЛИХ РІЧОК (НА ПРИКЛАДІ РІЧКИ КОРОПЕЦЬ)

Андрейчук Ю.М., кандидат географічних наук, доцент

Іванов Є.А., кандидат географічних наук, доцент

Львівський національний університет імені Івана Франка

Ковальчук І.П., доктор географічних наук, професор

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Розглянуто питання використання ГІС-технологій в оцінюванні трансформаційних змін в межах басейнових систем малих річок, що реалізовано на прикладі лівобережної подільської притоки Дністра - річки Коропець. Запропоновано методика автоматизованого розрахунку ступеня антропогенного навантаження на природне середовище в межах підбасейнів. Проведено аналіз геопросторового поширення досліджуваного показника та оцінено прогнозні зміни оптимізованої структури землекористування з точки зору ґрунтозахисних, протиерозійних і водоохоронних заходів.

Ключові слова: *гіс-технології, басейнові системи, антропогенне навантаження, оптимізована структура землекористування.*

Постановка проблеми

Використання геоінформаційних технологій для управління природними ресурсами у басейнах малих річок передбачає використання картографічної й аерокосмічної інформації у цифровому форматі та її опрацювання, а також візуалізацію тематичного картографічного зображення [5]. Значну увагу дослідники приділяють обробці матеріалів дистанційного зондування Землі. Це дає змогу отримувати кількісну та якісну інформацію про водні об'єкти чи явища, недоступні під час польових досліджень або вимірювань. Водночас, постають питання щодо нових визначень понять бази та банку картографіч-

них даних, що є сукупністю організованих масивів картографічної інформації та програмних засобів, які забезпечують доступ до даних та їх опрацювання [2]. Із урахуванням вищеперерахованих чинників створено геоінформаційну модель, яка допоможе у вирішенні гідро- та геоекологічних проблем басейнової системи однієї з лівобережних подільських допливів Дністра – р. Коропець. Ця річка виступає тестовою ділянкою для ГІС-моделювання, а отримані результати – в якості базових для їхнього поширення на інші подібні за функціонуванням басейнові системи регіону.

Для басейнової системи р. Коропець характерний один із найвищих

показників сільськогосподарського освоєння в Тернопільській області і, відповідно, й високий ступінь антропогенного навантаження на природне середовище. Інтенсивне сільськогосподарське використання території призвело до найвищого у регіоні рівня еродованості ґрунтового покриву, який постійно зростає. Невисокою є лісистість басейну (13 % від його загальної площі). Якщо врахувати той факт, що водозбір відноситься до лісостепової зони, то частка лісів повинна бути дещо вищою. Також важливим чинником антропогенного впливу на басейн р. Коропець є поселенське навантаження. На основі аналізу розташування населених пунктів виявлено, що більшість поселень приурочена до вузької (кілометрової) смуги вздовж водотоків. Це впливає на гідроекологічну ситуацію басейнової системи та потребує реалізації комплексних програм покращання стану річок і регулювання впливу на них побутово-комунальної та сільськогосподарської діяльності поселень, розташованих у долинах Коропця та його допливів.

Аналіз останніх наукових досліджень і публікацій

Використання геоінформаційної технології у конструктивно-географічних дослідженнях басейнів річок є відносно новим напрямом географічних досліджень. У цьому плані цікавими є розробки науково-дослідної лабораторії екологічних досліджень та екологічного моніторингу Вінницького національного технічного університету [4, 12-15]. Серед них відзначимо: 1) систему державного моніторингу поверхневих водних ресурсів Вінницької області; 2) пакет програм математичного моделювання динаміки якості річкових вод «Моде-

лювання динаміки річкових процесів» (МОДИРПРО); 3) програма математичного моделювання динаміки якості річкових вод «ЕкоІнспектор»; 4) програма, спрямована на розв'язання завдань моніторингу якості річкових вод «ЕкоМонітор»; 5) ГІС автоматизованого формування гідрологічного бюлетеню Вінницької області «Hudromet»; 6) модуль для візуалізації параметрів річкових систем NetGL.

Оригінальними є роботи в межах басейну Дністра, зокрема дослідження у рамках міжнародного проекту «Трансформаційні процеси в регіоні р. Дністер». Складовою цієї роботи стало створення геоінформаційної моделі басейнової системи річки Коропець [6-10, 18-19]. Метою проекту виступав аналіз та оцінювання екологічних умов території та їх сегментація за природно-антропогенними складовими. На основі такого аналізу подальшим кроком стала розробка інтегрованих параметрів аналітичної системи з урахуванням даних економічного аналізу і суспільно-політичних сценаріїв розвитку території басейну. Результатом досліджень виступило впровадження концепції сталого землекористування.

Цікавою розробкою у сфері використання ГІС з метою вивчення малих річок є робота І. Огородник зі створення локальної системи «Басейн ріки Ворон» [16]. В її основу покладено ландшафтно-екологічний принцип здійснення водоохоронних заходів, що дає змогу оцінювати їх ефективність та роль у відновленні складових природного середовища.

Важливою розробкою у сфері застосування ГІС-технологій є дослідження І. Черваньова, С. Кострікова, Б. Воробйова, присвячене геоінформаційному моделюванню водозбірної

організації басейну. Результатом вищезгаданих досліджень стала самостійна авторська система аналітичної обробки просторової інформації (СА-ОП) Amber iQ [11, 17].

Методика досліджень

Для визначення ступеня антропогенної трансформованості басейново-річкових систем першочерговим завданням є побудова геоінформаційної моделі структури річкової мережі. При цьому слід розмежовувати питання природних водотоків різного порядку і гідротехнічних споруд, оскільки наявність останніх є втручанням людини у природне середовище. У цьому випадку виникає проблема включення в аналіз антропогенного навантаження та ступеня перетворення території басейнкової системи антропогенної складової. Існує декілька варіантів вирішення проблеми. Передусім, це врахування в кожній виділеній таксономічній одиниці (адміністративно-територіальній, басейнній, ландшафтній тощо) співвідношення між природними та антропогенно-зумовленими складовими навколишнього середовища.

Основою автоматизації розрахункових робіт є використання команди *Intersect* з набору інструментів оверлейного аналізу (*Analysis Tools / Overlay*). Програмний модуль побудови технологічних моделей геообробки просторової інформації *Model Builder* та змінні середовища (система координат, вихідний масштаб, робоча область, межі розрахункової ділянки, базова одиниця розрахунку та ін.) дали змогу створити модель визначення антропогенного навантаження (рис. 1).

До переваг створеної моделі відносимо можливість її застосування не лише в межах різнопорядкових басейнових систем, але й для інших адміністративних та природно-антропогенних одиниць незалежно від їхньої кількості, розмірів та конфігурації. Ця модель передбачає можливість зміни набору типологічних одиниць, на основі яких відбуватиметься розрахунок антропогенного навантаження. Важливо зауважити, що модель працює виключно з площинними об'єктами і не враховує інші геометричні типи об'єктів.

Моделювання виконується в декілька етапів. Перший етап передбачає розрахунок площ типів землекористування в межах різнопорядкових басейнових систем. Результатом виступає зведена таблиця, у структурі якої індексним полем виступає ідентифікатор окремо взятого басейну. Інші поля несуть інформацію про площі певних типів землекористування в межах розрахункової одиниці.

На другому етапі виконання моделі відбувається додавання площ різних типів землекористування для окремих басейнів за визначеним полем-ідентифікатором басейну та присвоєння атрибутивної інформації структури землекористування з подальшою вибіркою типів землекористування антропогенного походження та визначення їх частки в окремому басейні. Останнім етапом є візуалізація результатів з використанням відповідної класифікації. Для цього використано легенду у форматі *.lug. Додатково визначено частки площ типів підбасейнів за ступенем антропогенного навантаження та їх рангом. Нижче представлено діалогове вікно та результат моделі розрахунку антропогенного навантаження на різнопорядкові підбасейни (рис. 2).

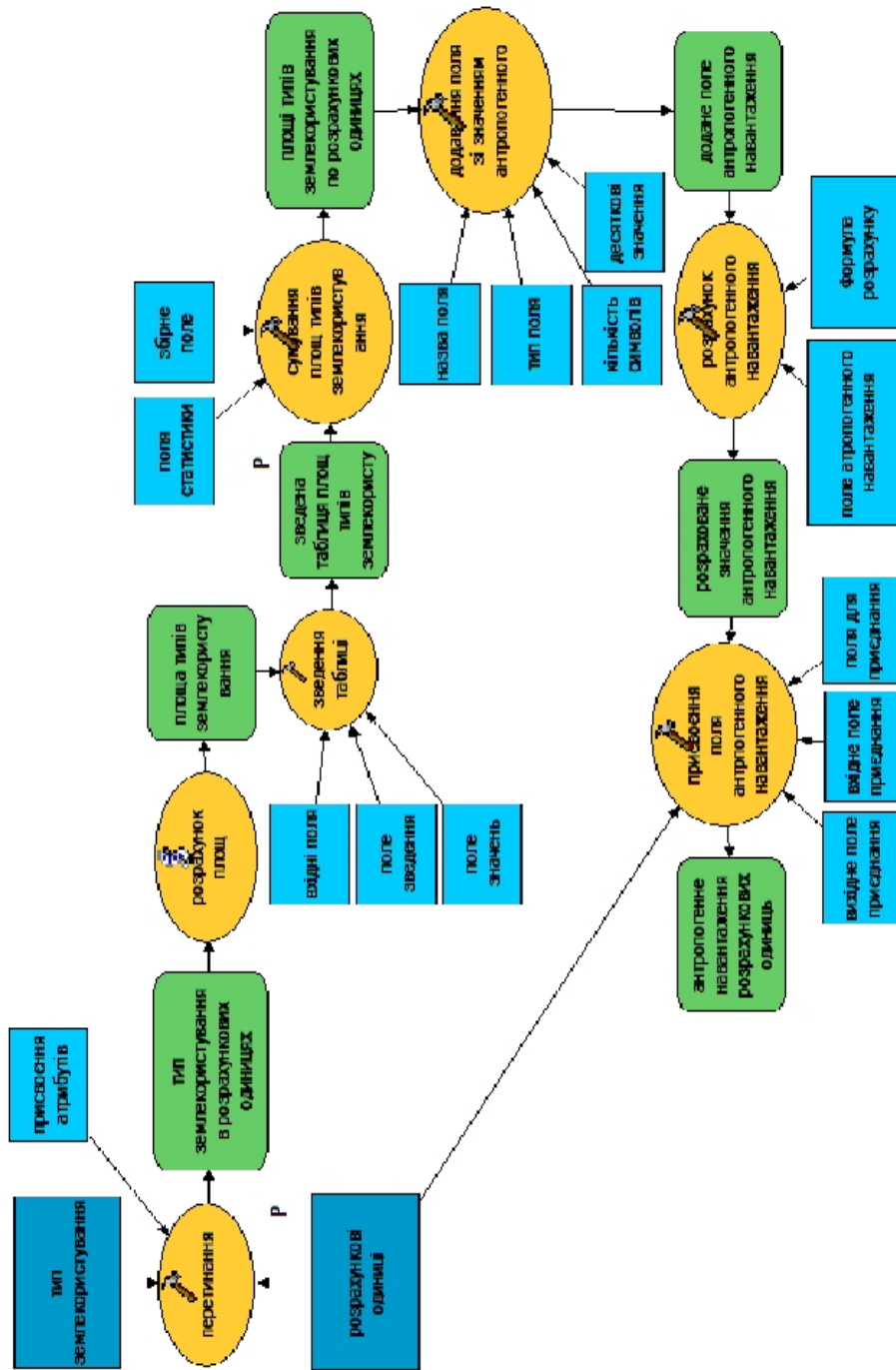


Рис. 1. Модель розрахунку антропогенного навантаження на басейнові системи

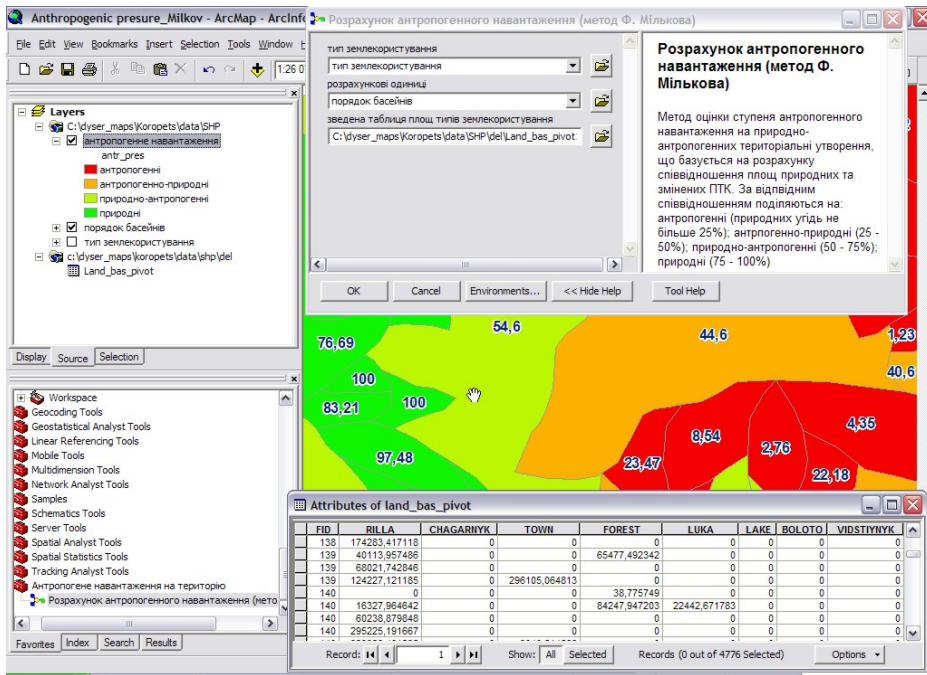


Рис. 2. Діалогове вікно моделі розрахунку антропогенного навантаження на різнопорядкові підбасейни

Виклад основного матеріалу

Проведене дослідження є спробою розробити модель визначення антропогенного навантаження на басейнову систему як основну таксономічну одиницю природно-географічного походження. Безперечним є те, що таке дослідження повинне ґрунтуватися не лише на принципах басейнового підходу, але й на методах та методиках, що використовуються іншими природознавчими науками.

У чому ж полягає складність застосування басейнового підходу? Передусім, коли говоримо про басейнову систему, на думку спадає обов'язковість використання в аналізі відповідних таксономічних одиниць, в якості яких виступають басейни різного порядку. Але існує декілька ускладнень. Якщо для визначення

антропогенного навантаження достатньо проаналізувати окремі показники антропогенного впливу для обраних таксономічних одиниць середовища, то для визначення ступеня перетворення природних геосистем (басейнів різного рангу) необхідною є модель їх попереднього (природного) стану. І тут необхідно усвідомлювати, що басейн за складом усіх компонентів природного середовища є одиницею неоднорідною, а відповідно не може виступати як основна розрахункова одиниця, оскільки ступінь диференційованості показників та характеристик природного середовища в його межах є досить значним. Простіше, не вся територія окремо взятого басейну є однорідною. Звичайно, що з будь-якого правила є винятки. Більш-менш однорідними можуть вважатися басейни нижчих порядків, але тут все

залежить від їх водозбірної площі (чим більша водозбірна площа, тим більша диференційованість властивостей геосистем). Тому одним з виходів з цієї ситуації можна вважати застосування ландшафтного підходу та адаптацію його до басейнової концепції природокористування. Яким же чином перейти від ландшафтного до басейнового підходу? Вирішення цього питання можливе, на нашу думку, у використанні функціональних можливостей ГІС та, зокрема, оверлейного аналізу.

Результатом розрахунків, виконаних за цією методикою, є карта антропогенного навантаження на територію басейну р. Коропець у розрізі підбасейнів (рис. 3). Аналіз останньої вказує на значну частку антропогенно змінених територій у структурі басейну (78 %). Особливо це прослідковується в підбасейнах п'ятого порядку, в яких частка цього типу територій складає 99 % (рис. 4) і припадає на центральну частину басейну – від сіл Юстинівка – Новосілка до сіл Чехів – Дубенки та приурочену до заплавно-руслених комплексів і прилеглих до них територій. Цей факт примушує говорити про необхідність обов'язкового запровадження тут водо- та землеохоронних заходів, спрямованих на відновлення природних екосистем на цих територіях. Такі заходи стабілізуватимуть ситуацію на цих ділянках басейну.

Серед найбільш антропогенно змінених територій виділяються підбасейни першого–третього порядків, частка антропогенно змінених типів геосистем в яких коливається в межах 80 %. Найкраща ситуація (з позиції антропогенного навантаження) склалася в підбасейнах шостого порядку,

частка природно-антропогенних геосистем в яких складає 87 % та займає площу понад 15 км² (відтинок долини від с. Дубенки до гирла основної річки).

Досліджена ситуація із розподілом значень ступеня антропогенного навантаження пояснюється, насамперед, сприятливими морфолого-морфометричними характеристиками рельєфу та ґрунтово-кліматичними умовами, що сприяли інтенсивному сільськогосподарському освоєнню більшої частини території басейну.

Зважаючи на значне сільськогосподарське освоєння досліджуваної території, важливим є зменшення впливу цієї галузі господарства на складові природного середовища. Тому основними заходами, спрямованими на покращання геоecологічного стану басейнової системи річки Коропець, повинні виступати: протиерозійне та водоохоронне облаштування території, зменшення впливу поселенського і транспортного навантаження, облаштування сміттєзвалищ, оптимізація функціонування існуючої басейнової системи та створення нових природоохоронних об'єктів.

Для ілюстрації змін, які відбудуться в межах досліджуваної басейнової системи р. Коропець після впровадження запропонованих заходів, створена відповідна модель оптимізованого антропогенного навантаження (рис. 5). В основу її побудови покладена вищеописана методика та модель оптимальної структури землекористування басейну р. Коропець. Крім того, на цій моделі вказано ступінь зміни антропогенного навантаження по відношенню до сучасного стану структури землекористування.

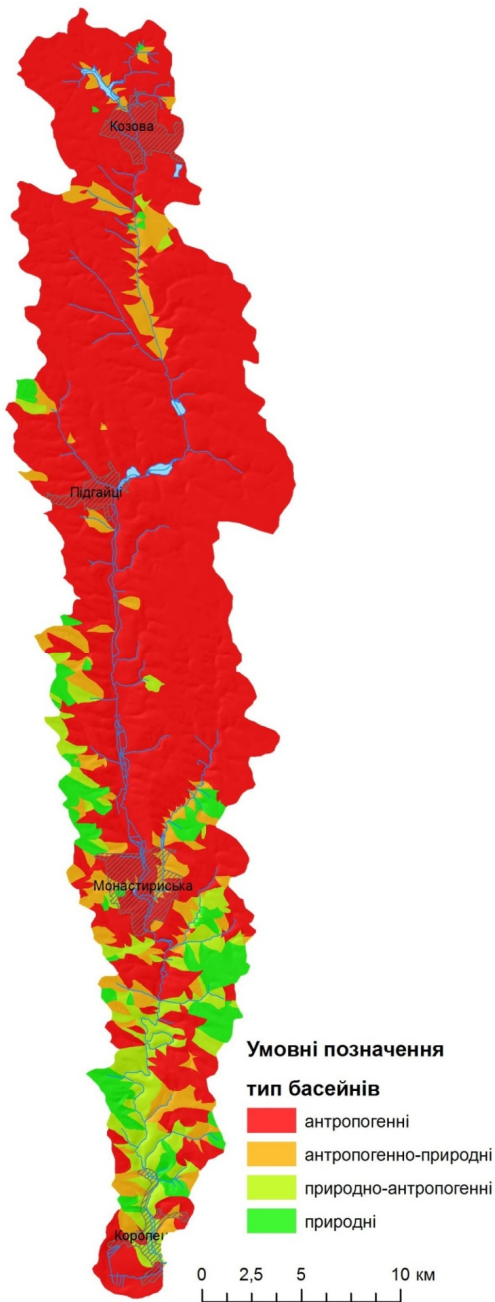


Рис. 3. Антропогенне навантаження за підбасейнами р. Коропець

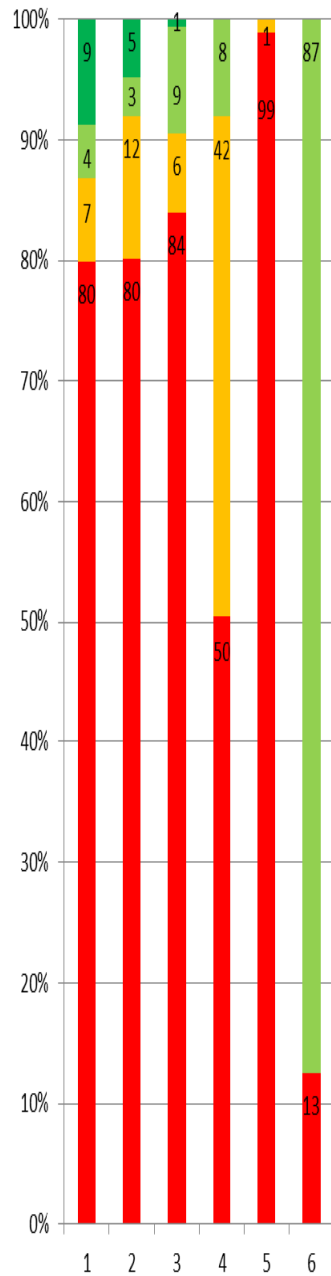


Рис. 4. Розподіл ступеня антропогенного навантаження за різноранговими підбасейнами



Рис. 5. Антропогенне навантаження на басейн р. Корпець у розрізі підбасейнів після зміни структури землекористування

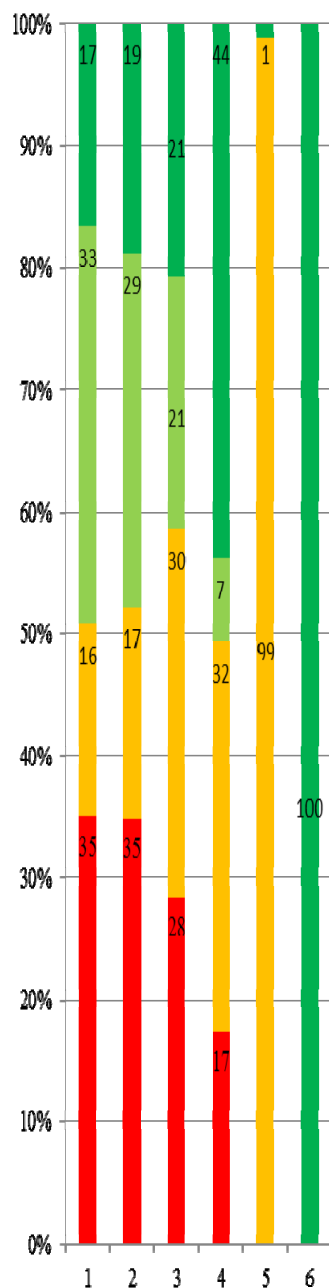


Рис. 6. Розподіл ступеня антропогенного навантаження за рангами підбасейнів

Розглядаючи розподіл басейнів за ступенем антропогенного навантаження (із урахуванням рангу під басейнів, рис. 6), звертаємо увагу, що ступінь антропогенізації вдалося значно знизити для структурних елементів басейну (від першого до четвертого порядку) з 80 (сучасний стан) до 35 %. Важливими є пропозиції щодо трансформації підбасейнів п'ятого порядку, згідно з яким (проектний стан) 99 % території перейде від виключно антропогенного до антропогенно-природного типу. Така ситуація пояснюється насамперед приуроченістю до цих структурних елементів басейнової системи великих площ, зайнятих населеними пунктами. Для розвитку регіональної екомережі доречним є перетворення в повністю природний тип поверхні підбасейну шостого порядку, яка просторово приурочена до новоствореного НПП «Дністровський каньйон».

Висновки

Застосування ГІС-технологій розкриває нові можливості в дослідженнях трансформаційних змін в басейнах малих річок, суттєво спрощуючи процедуру отримання та збільшуючи точність кінцевих результатів. Використання запропонованої методики дозволило побудувати серію електронних великомасштабних картосхем (масштаб 1 : 50 000) антропогенного навантаження на басейн р. Коропець у розрізі підбасейнів до та після зміни структури землекористування. Отримані результати слугуватимуть інформаційною базою для реалізації програми подальших геоекологічних досліджень басейну р. Коропець. У процесі дослідження питань оптимізації геоекологічного стану басейнової системи р. Коропець та її структурних елементів окреслено ряд соціоекологічних проблем. До них від-

несено: негативний вплив на геоекологічний і гідроекологічний стан річково-басейнової геосистеми сільськогосподарської діяльності, поселенського навантаження, дорожньо-транспортної мережі, сміттєзвалищ; нерівномірність розподілу природоохоронних об'єктів по території басейну. Виконаний аналіз і геоінформаційно-картографічне моделювання антропогенного навантаження та природоохоронних заходів дозволяє зробити висновки про те, що використання технологій геоінформаційного моделювання дало можливість комплексно оцінити геоекологічний стан території і на її підставі запропонувати заходи з оптимізації геоекологічного стану компонентів довкілля досліджуваного басейну.

Список літератури

1. *Андрейчук Ю.М.* Водоохранные исследования бассейнов малых рек с использованием ГИС-технологий / Ю.М. Андрейчук, Е.А. Иванов, И.П. Ковальчук // 20-ое межвузовское координационное совещание по проблеме эрозийных, русловых и устьевых процессов. - Ульяновск, 2005. - С. 98-100.
2. *Андрейчук Ю.М.* Комп'ютерне дешифрування космоснімків для оцінки впливу структури землекористування на поширення ерозійних процесів у басейні р. Коропець / Ю.М. Андрейчук // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. - 2004. - Т. 6. - С. 335-344.
3. *Андрейчук Ю.М.* Особливості побудови ГІС басейнових систем (на прикладі р. Коропець) / Ю.М. Андрейчук // Наук. записки Тернопіль. держ. педагог. ун-ту. Сер.: Геогр. - 2003. - № 2. - С. 162-167.
4. *Боголюбов В.М.* Моніторинг довкілля: підручник. - 2-е вид., перероб. і доп. - Вінниця : ВНТУ, 2010. - 232 с.
5. *Вольська С.Ю.* Геоінформаційна технологія: етапи розвитку, стан в Україні / С.Ю. Вольська, О. Марграф, Л.Г. Руденко // Укр. геогр. журнал. - 1993. - № 4. - С. 6-14.
6. *Ковальчук И.П.* Создание моделей эколого-геоморфологического состояния малых рек и их бассейнов с помощью ГИС-

- технологій / І.П. Ковальчук [и др.] // Новые и традиционные идеи в геоморфологии. V Щукинские чтения. – М., 2005. – С. 615-619.
7. Ковальчук І. Використання геоінформаційних технологій для вирішення проблем природокористування на різнофункціональних територіях / І. Ковальчук, Є. Іванов, Ю. Андрейчук // Географія в інформаційному суспільстві. - К. : ВГЛ «Обрії», 2008. – Т. IV. – С. 62-67.
 8. Ковальчук І.П. Аналіз якості вод річкових русел басейн Верхнього Дністра / І.П. Ковальчук [та ін.] // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: Наук. зб. – К. : ВГЛ «Обрії», 2006. – Т. 11. – С. 230-237.
 9. Ковальчук І.П. Оцінка стійкості параметрів рельєфу басейнів малих річок до антропогенного навантаження Дністра / І.П. Ковальчук [та ін.] // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: Наук. зб. – К. : ВГЛ «Обрії», 2008. – Т. 14. – С. 221-231.
 10. Ковальчук І.П. Моделювання стану природно-антропогенних систем з використанням ГС-технологій / І.П. Ковальчук, Є.А. Іванов, Ю.М. Андрейчук // Геодезія, картографія і аерофотознімання. – 2004. – Вип. 65. – С. 105-110.
 11. Костріков С.В. Ангулярність флювіального рельєфу, її моделювання та аналіз / С.В. Костріков, І.Г. Черваньов // Укр. геогр. журн. – 2009. – № 1. – С. 8-14.
 12. Мокін В.Б. Геоінформаційна аналітична система державного моніторингу довкілля Вінницької області. Ч. 1. Моніторинг поверхневих вод: Методичний посібник / ред. В.Б. Мокін, О.Г. Яворська. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. – 78 с.
 13. Мокін В.Б. Розробка геоінформаційного автоматизованого гідрологічного бюлетеня Вінницького обласного центра з гідрометеорології / В.Б. Мокін, М.П. Боцула // Геоінформатика. – 2003. – № 4. - С. 70-75.
 14. Мокін В.Б. Оптиміальний вибір ГС-програм для інтернет-картографування даних екологічного моніторингу / В.Б. Мокін, М.С. Вікторов // Наук. праці Вінниц. націон. техн. ун-ту. – Вінниця : Вінниц. націон. техн. ун-тет, 2008. – Режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/vntu/2008-2/2008-2.files/uk/08vbmemd_uk.pdf.
 15. Мокін В.Б. Новий підхід до формалізації та автоматизації обробки схеми відбору проб води в підсистемі «Вода та скиди» АСУ «Екоінспектор» Держекоінспекції Мінприроди України / В.Б. Мокін, М.П. Боцула, А.Р. Ящолт // Наук. праці Вінниц. націон. техн. ун-ту. – Вінниця : Вінниц. націон. техн. ун-тет, 2008. – Режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/VNTU/2008-2/2008-2.files/uk/08vbmpou_uk.pdf.
 16. Огородник І.Н. База даних локальної геоінформаційної системи «Басейн реки Ворон» / І.Н. Огородник // Ученые записки Таврич. национ. ун-тет. – 2002. – Режим доступу: <http://www3.crimea.edu/tnu/magazine/scientist/edition6/n06005.html>.
 17. Черваньов І.Г. Флювіальні геоморфосистеми: дослідження й розробки Харківської геоморфологічної школи / І.Г. Черваньов, С.В. Костріков, Б.Н. Воробйов. – Харків : РВВ Харків. ун-ту ім. В.Н. Каразіна, 2006. – 320 с.
 18. Andreychuk Y. GIS technologies in water protection researches of the Koropets river (Ukraine) / Y. Andreychuk, I. Kovalchuk, A. Mykhnovych // Leibniz-Zentrums für Agrarlandschaftsforschung (ZALF). - 2005. Режим доступу: http://www.zalf.de/icid/ICID_ERC2005/HTML/ERC2005PDF/Topic_1/Andreychuk.pdf.
 19. Kovalchyuk I. Concepts of the Sustainable Water Use and Flood Protection in Upper Dnister Floodplain / I. Kovalchyuk [et al.] // Transformation processes in the Western Ukraine: Concepts for a sustainable land use. - 2008. - P. 431-440.
-
- * * *
- Рассмотрено вопросы использования ГИС-технологий при оценке трансформационных изменений бассейновых систем малых рек (на примере левобережной Подольской притоки Днестра - реки Коропец). Предложено методику автоматизированного расчёта степени антропогенной нагрузки на уровне подбассейнов.*
- Ключевые слова: ГИС-технологии, бассейновые системы, антропогенная нагрузка, оптимизированная структура землепользования.*
- * * *
- The article discusses the possibility of using geoinformation technologies to estimate transformational changes in basin systems of small rivers in the example left Podilla tributary of Dniester, River Koropets. The technique of the automated calculation of anthropogenic pressure degree on sub-basins.*
- Keywords:** GIS technology, basin system, anthropogenic load, optimized struktura land.