

В.Г ШВАЙКО¹, О.О. ЖОЛУДЕНКО¹, К.А. СЕРЕДА²

¹Державна установа “Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України”,
м. Київ

²ДП «Екоінформ», м.Київ

ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНОГО ВПЛИВУ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА СТАН МАЛИХ РІЧОК БАСЕЙНУ ДНІПРА

Наведена узагальнена еколого-географічна оцінка наслідків господарської діяльності на стан малих річок басейну Дніпра. З використанням ГІС технологій вирішена задача підготовки і побудови інформаційної моделі техногенно-екологічного впливу господарської діяльності на їх стан.

Вступ

Водний фонд України представлений великою кількістю малих річок, від водності та екологічного благополуччя яких залежить стан більш великих рік, а відтак і всього водогосподарського комплексу держави. З метою покриття дефіциту водних ресурсів, а також використання рік для певних господарських цілей, стік більшості річок України зарегульований. Без належного догляду за водосховищами і ставками, при наявності додаткового негативного впливу інших видів водокористування природний стан зарегульованих річок втрачено. Замість джерел підтримання водності основних рік утворено низку замулених, евтрофікованих, штучних водних об'єктів з порушеними екосистемами. Будівництво ставків без відповідного водогосподарського і екологічного обґрунтування продовжується і сьогодні.

На даний час на території України створено 1046 малих водосховищ об'ємом від 10,1 до 100 млн м³ і 12 водосховищ об'ємом більше 100 млн м³. На малих річках і водотоках побудовано майже 28,9 тис. ставків. Завдяки цьому безповоротне споживання води сягає чверті стоку навіть найбільших рік, тому вивчення водного режиму має враховувати антропогенний вплив.

Малі річки формують ресурси, гідрохімічний режим та якість води середніх і великих рік, створюють природні ландшафти великих територій. Існує і зворотній зв'язок - функціонування басейнів малих річок визначається станом регіональних ландшафтних комплексів.

Гідрологія, гідрохімія, якість води малих річок тісно пов'язані з місцевими геолого-геоморфологічними, ґрунтоворослинними умовами та антропогенними процесами, що переважають на конкретному водозборі.

Більшість малих річок зазнає впливу забруднення стічними водами промислових підприємств, сільськогосподарського виробництва, комунального господарства. Багато річок замулюються, тому що транспортуюча здатність водного потоку знижується під дією відбору значних об'ємів води. Дуже чутливий водний режим малих річок до одностороннього зниження рівня ґрунтових вод, що відбувається під час меліорації земель і при відборі підземних вод.

Узагальнена еколого-географічна оцінка наслідків господарської діяльності на стан малих річок басейну Дніпра

Господарське освоєння водозборів малих річок порушує сформований протягом багатьох століть баланс взаємодії природних стокоформуєчих комплексів (ліс - річка, поле - річка, болото - річка і т.д.). Головна властивість річкових вод – висока активність

водообміну. В останні десятиріччя дедалі збільшується втручання людини у природний процес формування річкового водообміну. Так, внаслідок спорудження великих водоймищ тривалість водообміну в річках уповільнюється.

Вплив діяльності людини на водне середовище можна звести до таких напрямків:

- зміна фізико-хімічних параметрів середовища;
- надходження надмірної кількості біогенних речовин;
- надходження значної кількості зважених часток;
- надходження великої маси токсичних хімічних сполук;
- надходження і включення в біотичний кругообіг в екосистемі радіоактивних речовин.

Як результат, в екосистемі відбуваються:

- відмирання окремих видів рослин і тварин, або скорочення їх чисельності;
- масовий розвиток видів, що продукують токсини, наприклад, синьо-зелених водоростей;
- зменшення відтворної функції водних тварин, що неминуче призводить до скорочення кормової бази риб і зниження рибопродуктивності;
- включення до біотичного кругообігу речовин токсичної природи;
- зміна гідрохімічного складу, фізичних і біологічних властивостей води;
- забруднення джерел питної води.

В структурі гідрографічної сітки Дніпра в межах України налічується 15381 мала річка (загальна довжина 67,2 тис.км), 39 – середніх (9,3 тис.км) і три великих (Дніпро, Прип'ять, Десна) річки (близько 2 тис.км) (табл.1) [1]. Середня густота річкової сітки 0,27 км/км².

Таблиця 1. Кількість річок та їх довжина в басейні Дніпра (в межах України) [1]

Категорія річок	Довжина, км	Загальна кількість	Довжина, км
Найменші	< 10	13998	35041
Малі	> 10	1383	32115
Середні		39	9490
Великі		3	1986
Всього		15423	78632

Аналіз даних табл.1 показує, що майже 91% або 13998 припадає на малі річки довжиною менше 10 км. В басейні Дніпра нараховується 13283 ставки та 564 водосховища з площею водного дзеркала 8961,6 км² (із врахуванням великих Дніпровських водосховищ) і сумарним об'ємом води 48 км³ (в тому числі 43,8 км³ води акумулюють 6 великих водосховищ на Дніпрі) [1].

Особливість малих річок, з погляду дотримання вимог охорони природи при комплексному використанні і охороні вод, полягає у тому, що їм у природних умовах властиві надзвичайно мінливий гідрологічний режим протягом року і великі коливання водності. Узагальнення гідрометричних матеріалів за багаторічний період показало, що частина малих річок України в літню межень пересихає (на 1-2 місяці, іноді довше). До зменшення річкового стоку призводить забір води на побутові, виробничі та інші потреби.

Збереження річок як об'єктів природи вимагає підтримання в них швидкості течії води, достатньої для забезпечення водозабору та заповнення річищ у меженний період (з урахуванням проведеного відбору води). Цього можна досягти або обмеженням забору води, або компенсацією стоку за рахунок водойм.

Величина безповоротного водоспоживання для малих річок у наш час помітно збільшилася і має тенденцію до подальшого зростання. Загальний об'єм безповоротного споживання річкового стоку в басейнах малих річок, що дорівнює 1,64 км³, становить 14%

сумарного об'єму [2]. Половина його припадає на малі річки в басейні Дніпра. Розподіл об'ємів водокористування в басейнах малих річок значною мірою визначається кількістю водотоків довжиною понад 10 км в басейнах головних рік. Найбільша кількість води забирається з малих річок України, що належать до басейну Дніпра (33%). Малі річки забезпечують на 67% потреби сільськогосподарського водопостачання, на 35% — зрошення, на 25% — господарсько-побутові потреби населення. Розміщення на півдні країни основних площ зрошуваного землеробства зумовлює значне водоспоживання на зрошення з малих річок нижньої течії Дніпра (30%).

В результаті інтенсивного природокористування поверхня басейну Дніпра на сьогодні на 65% розорана, на 35% сильно еродована, на 5% урбанізована, на 10% зайнята системами осушення та зрошення, на 3% затоплена штучними водоймами. Комплексна екологічна оцінка стану басейнів річок-приток Дніпра показала, що немає жодного басейну, стан якого можна було б класифікувати як добрий. При цьому у водоохоронних зонах водних об'єктів в басейні Дніпра не дотримується нормативний водоохоронний режим господарювання, не проводяться в необхідному обсязі належні водоохоронні заходи. Ситуація ускладнюється тим, що в останні роки простежується тенденція до активного відведення території прилеглих до берегів і заплав річок і водойм під забудову, в першу чергу, під дачне будівництво, садівництво, городництво.

Малі річки містять в собі основну масу запасів прісних вод і відіграють величезну роль в економіці населення, що проживає в їх басейнах. Внаслідок інтенсивної діяльності людини і зарегулювання стоку малі річки зазнали значного негативного впливу. Це призвело до їх обміління, пригнічення їх корисної флори і фауни, погіршення якості вод. Основними негативними моментами при регулюванні стоку, що впливають на стан малих річок, є спрямлення, замулення, тісно пов'язане з ерозією, меліоративні роботи, погіршення самоочисної здатності, збіднення генофонду корисних тварин і рослин.

Матеріали паспортизації малих річок Держводгоспу України свідчать, що споживацьке ставлення впродовж десятиріч призвело до їх виснаження та забруднення. Близько половини річок є непридатними для водопостачання населення, риборозведення, зрошення. Вирішальний вплив на стан річок справляє надмірне антропогенне навантаження на них, негативні зміни на водозборах.

Оцінка стану екосистем переважної більшості малих річок басейну Дніпра показує, що він на сьогодні критичний, а якість вод значно нижча від природної. В цілому основні чинники, що призвели малі річки до такого стану, це:

- забруднення річок промисловими, сільськогосподарськими та комунальними стоками;
- збільшення поверхневого (забрудненого) стоку у зв'язку з розорюванням заплав, схилів, ярів, балок, витоків річок, інтенсивне використання заплав для забудови тощо;
- замулення русел річок як результат забруднень та змін стану поверхні водозбору (у зв'язку з вирубуванням лісів та збільшенням площ орних земель);
- зниження дренуючої здатності русел річок через їх замулення;
- використання стоку на господарські потреби, яке досягло 25% від річного об'єму;
- високий ступінь зарегульованості стоку, що спричиняє збільшення мінералізації вод;
- осушення боліт у заплавах, які є джерелом живлення більшості малих річок Полісся та Лісостепу.

Основними забруднювачами водних джерел в басейні є Дніпропетровський металургійний комбінат ім. Дзержинського, який за рік скидає 190 млн м³ забруднених стічних вод, металургійні комбінати «Криворіжсталь», «Запоріжсталь», Маріупольський ім. Ілліча та ін. Як наслідок, погіршується якість води в Інгульці, Кальчику, Кальміусі.

Нижче скидів стічних вод Авдіївського коксохімзаводу, Єнакіївського металургійного та коксохімічного заводів в річках Кривий Торець і Булавин перевищено допустимі норми основних забруднюючих речовин у десятки разів.

Значними забруднювачами малих річок є також підприємства місцевої промисловості, які в основному не мають очисних споруд. Так, малі річки Полісся та Середнього Придніпров'я періодично забруднюються стоками цукрових заводів і переробних підприємств харчової промисловості. До таких забруднень у річках Донбасу додаються шахтні води, а в Дніпропетровській і Запорізькій областях — стоки металургійних комбінатів та інших промислових виробництв.

Інтенсивне будівництво тваринницьких комплексів і птахоферм супроводжується накопиченням значної кількості стічних вод, знезараження та утилізація яких ускладнюються наявністю великих концентрацій органічних і біогенних речовин. Особливо агресивні стічні води свинокомплексів. Слід зазначити, що питання утилізації, нейтралізації цих стоків ще не вирішене. З басейнів-накопичувачів забруднені стоки потрапляють до ґрунтових вод, які потім дренуються малими річками.

Велика кількість біогенних речовин (азот, фосфор та ін.) надходить у малі річки із сільськогосподарських угідь. Так, у річки Полісся в середньому за рік з площ під просапними культурами змивається 27 кг/га, з площ під зерновими — 19, з пасовищ — 7,7 кг/га азоту.

Загальний змив азотних речовин з 1 га угідь за рік становить 15,7 кг.

Крім повсюдного забруднення річок поверхневими, побутовими і сільськогосподарськими стоками, існують і локальні забруднення, які призводять до збільшення в річкових водах органічних сполук і різкого погіршення кисневого режиму. На Поліссі і в Середньому Придніпров'ї їх причиною є відходи цукрових заводів і підприємств харчової промисловості.

Створення інформаційної моделі техногенно-екологічного впливу господарської діяльності на стан малих річок басейну Дніпра

Географічні інформаційні системи (далі – ГІС) є одним із найбільш перспективних видів інформаційних систем – це сучасна комп'ютерна технологія для картографування і аналізу об'єктів реального світу, а також подій, що відбуваються на нашій планеті, в нашому житті і діяльності. Ця технологія об'єднує традиційні операції при роботі з базами даних з перевагами повноцінної візуалізації, географічного моделювання і аналізу, які надає карта.

Сьогодні геоінформаційні системи – це інтеграційне середовище, яке дозволяє об'єднувати і систематизувати потоки інформації, які надходять із різних джерел, що забезпечує обмін даними через Web, загальну роботу з ними одночасно багатьох користувачів, в тому числі віддалених.

Використання ГІС технологій є невід'ємною складовою інформаційного забезпечення екологічної безпеки. З одного боку, ГІС є інструментом, який дозволяє інтегрувати величезні об'єми даних. Задіявши просторову компоненту цих даних в якості ключа зв'язку, ГІС може динамічно створювати нові зв'язки між даними, в тому числі між даними, які зберігаються в різномірних базах, що забезпечує доступ до даних і перегляд інформації в контексті карти. З другого боку, ГІС вирішують задачі підготовки і побудови базових і тематичних карт, а також задачі, пов'язані з просторовим аналізом і моделюванням.

Тому для вирішення задачі підготовки і побудови інформаційної моделі техногенно-екологічного впливу господарської діяльності на стан малих річок басейну Дніпра була вибрана одна з найпоширеніших ГІС – ArcGIS компанії ESRI [3].

Створювана інформаційна модель включає в себе:

- електронну топографічну карту України масштабу 1:200000;

- тематичний шар малих рік басейну Дніпра розкласифікованих на три підкласи ;
- растровий шар рельєфу території України масштабу 1:200000;
- растровий шар кутів схилів, одержаний на основі шару рельєфу;
- базу даних потенційно небезпечних об'єктів.

Електронна топографічна карта включає в себе наступні шари:

- шари адміністративного поділу України (області та райони);
- дорожню мережу;
- залізниці;
- населені пункти;
- рослинність;
- шари водних об'єктів (річкова мережа, площинні водні об'єкти (озера, водосховища, моря);
- шари елементів рельєфу (ізолінії, висотні відмітки).

Шари топографічної основи є базовими для створення ряду тематичних шарів, які описані нижче. На рис 1. показано фрагмент топографічної карти.

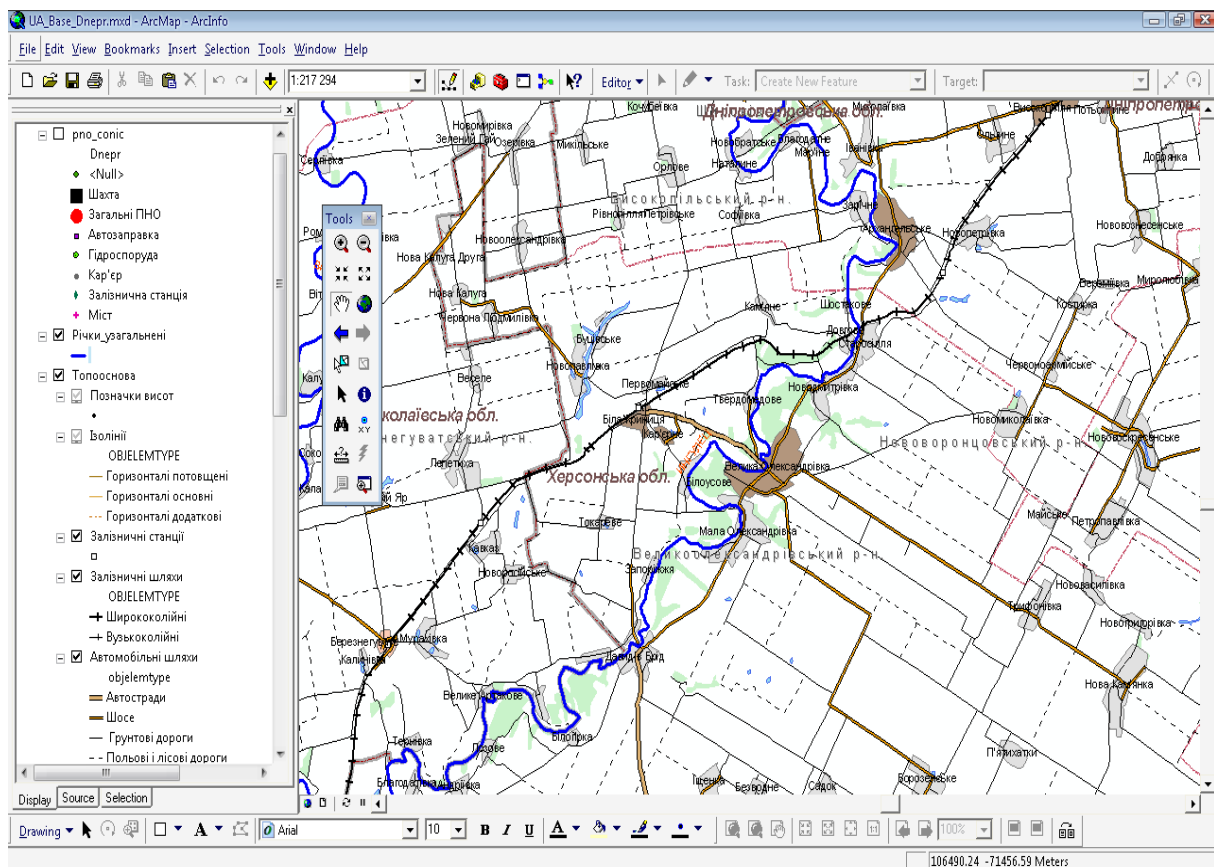


Рис. 1. Фрагмент базової топографічної карти

Тематичний шар малих річок басейну Дніпра був створений шляхом виконання послідовності просторових операцій (запитів) над шаром річкових мереж. В тематичному шарі виконано гідрографічне районування басейну Дніпра на три частини – правобережжя Прип'яті, лівобережжя і правобережжя Дніпра. Головні притоки Прип'яті (Стир, Горинь, Случ, Уборть, Уж) беруть початок на Волино-Подільській і Придніпровській височинах. Ліві притоки Дніпра (Сейм, Снов, Остер, Сула, Псел, Ворскла, Орель, Самара) – на Середньоросійській височині і течуть по Придніпровській низовині; праві (Рось, Тясмин, Інгулець) – на Придніпровській височині.

Тематичний шар річок басейну Дніпра показано на рис. 2.

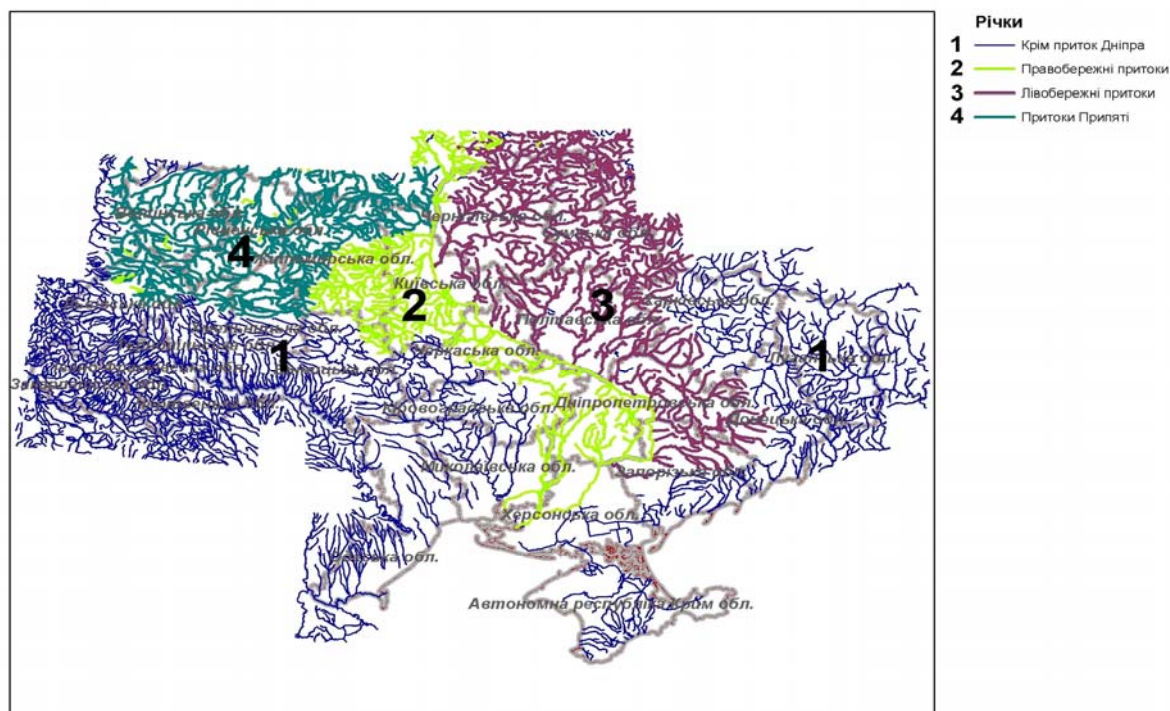


Рис. 2. Гідрографічне районування басейну Дніпра

Растровий шар рельєфу одержано з базових топографічних шарів ізоліній та висотних відміток шляхом виконання операції інтерполювання. Растровий шар зберігається в просторовій базі даних в спеціальному grid-форматі.(рис 3.)

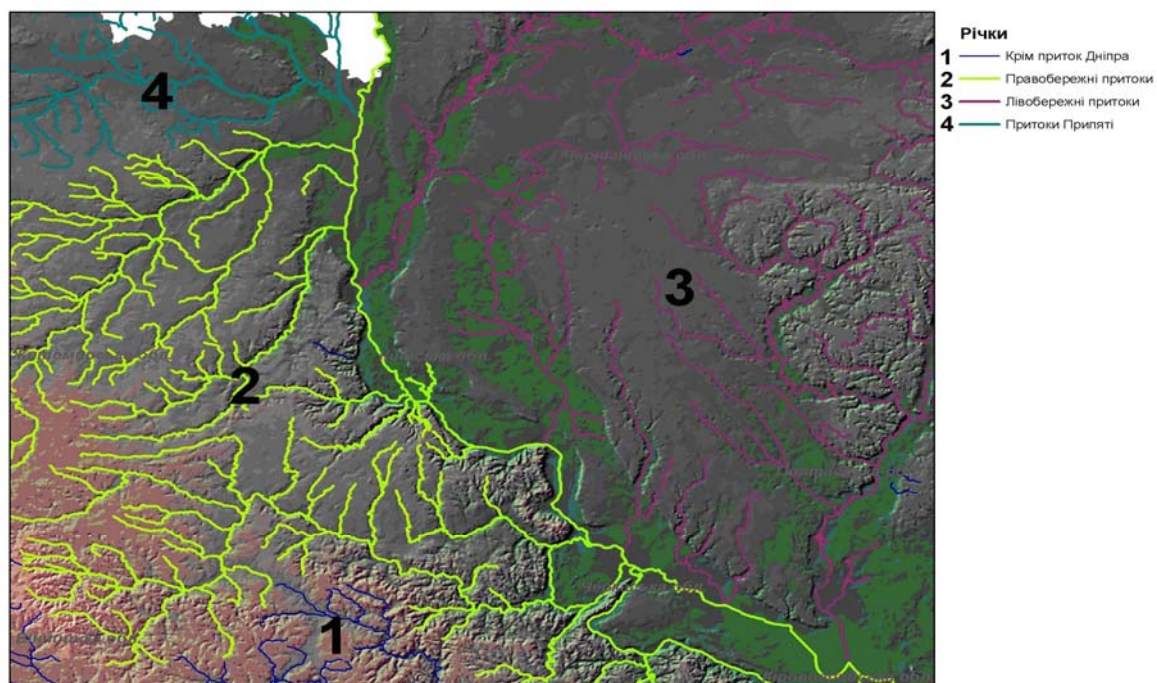


Рис. 3. Модель рельєфу для басейна Дніпра

Таке уявлення дає можливість виконувати просторовий аналіз в кожній точці території України. На основі растрового шару рельєфу ми маємо можливість одержати растровий шар ухилів (рис. 4) і виконати класифікацію території по крутизні ухилів.

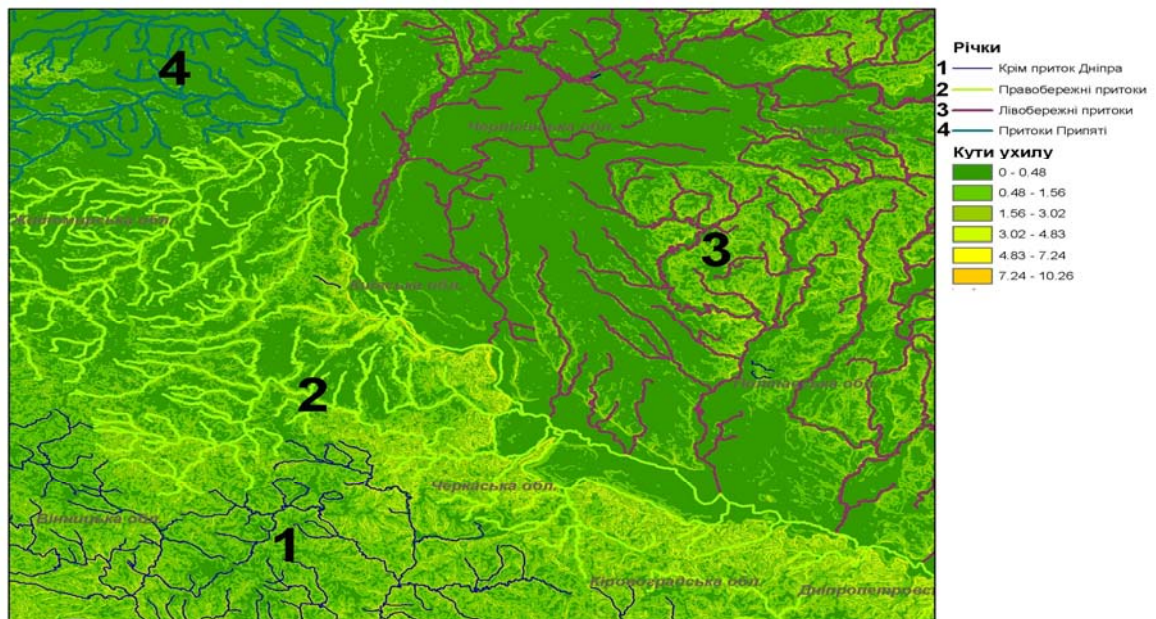


Рис. 4. Модель ухилів

Наступною складовою інформаційної моделі є шар **потенційно небезпечних об'єктів (ПНО)** та зв'язана з цим база даних що описує цілий ряд параметрів цих об'єктів, в тому числі, наявність забруднювачів. На рис. 5 виділено об'єкт на р. Росава з наявністю 1000 т забруднювача.



Рис. 5. Шар потенційно небезпечних об'єктів

П'ятою складовою такої моделі є **паспорти малих річок**.

Створена інформаційна модель дозволяє нам вирішити нижче приведений комплекс задач.

Задача розрахунку ухилу малих річок. Використовуючи співставлення шару рельєфу і шару річок, ми маємо можливість розрахувати висоту виток ріки і висоту гирла. Обчисливши ці параметри, ми можемо класифікувати ріку по крутизні ухилів.

Задача моделювання розповсюдження забруднювачів. Створена інформаційна модель може забезпечити вхідними параметрами існуючі моделі розповсюдження стоку небезпечних хімічних речовин (НХР). Прикладом такої моделі може служити модель

QUAL2K, яка призначена для оцінки ризику від техногенних аварій [4]. Вхідними даними для цієї програми є опис річки (урізи річки, витрати води на певних ділянках, опис притоків річки, ґрунти на ділянках річки), метеорологічні умови. Також вхідними даними є можливий вилив НХР з ПНО. Вхідні дані та результати моделювання зберігаються в відкритих форматах (файлах MS Excel), що дає можливість інтегрувати цю програму з ArcGis. ArcGis в цій ситуації виконуватиме роль як джерела вхідних даних, так і механізму візуалізації та аналізу результатів моделювання.

Висновки

В екологічній сфері ГІС в більшості випадків використовується при моделюванні і прогнозі розвитку екологічних ситуацій та дослідженні природних ресурсів. Саме в цій галузі сьогодні найбільш ефективним є застосування ГІС, що забезпечує актуальність та оперативність аналітичного процесу, особливо для малих річок басейну Дніпра, які потерпають від надмірного антропогенного навантаження.

Сучасні ГІС є потужним інструментом, що допомагає оперативно вирішувати складні завдання моніторингу і прогнозу розвитку надзвичайних екологічних ситуацій та катастроф природного й техногенного характеру, а також проводити дослідження природних ресурсів. Можливість інтеграції ГІС з проблемно-орієнтованими моделюючими комплексами типу QUAL2K суттєво розширює діапазон їх застосування в Україні. Сьогодні таким шляхом у світі йде розробка моделей міграції забруднювачів в атмосфері та гідросфері, геологічному середовищі, повеневих ситуацій, розвитку карсту, зсувів, підтоплення тощо. Втім, слід враховувати, що ГІС – це тільки інструмент, який забезпечує ефективність аналітичних досліджень за рахунок підвищення оперативності та наочності результатів аналітичних операцій. Тому важливо чітко уявляти фізичну природу конкретної екологічної проблеми та параметри, збір та обробка відомостей про які можуть бути основою для створення прогнозної моделі розвитку екологічної ситуації.

1. Паламарчук М.М., Закорчевна Н.Б. Водний фонд України: довід. пос. – К.: Ніка-Центр, 2006. – 320 с.
2. Малі річки України: довідник / [за ред. А.В. Яцика]. – К.: Урожай, 1992. – 294 с.
3. ArcGis 9 Geostatistical Analyst. Руководство пользователя. Russian Translation by DATA +, Ltd. – 2001. – 285 р.
4. Chapra, S.C., Pelletier, G.J. and Tao, H. QUAL2K: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality, Version 2.11: Documentation and Users Manual. Civil and Environmental Engineering Dept, Tufts University, Medford, MA. 2008.

В.Г. Швайко, О.А. Жолуденко, К.А. Серeda

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ТЕХНОГЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА СОСТОЯНИЕ МАЛЫХ РЕК БАСЕЙНА ДНЕПРА

Приводится обобщенная эколого-географическая оценка последствий хозяйственной деятельности на состояние малых рек бассейна Днeпра. С использованием ГИС – технологий решена задача подготовки и построения информационной модели техногенно-экологического влияния хозяйственной деятельности на их состояние.

V.G. Shvaiko, O.A. Zholudenko, K.A. Sereda

USING OF GEOINFORMATION TECHNOLOGIES FOR TECHNOGENIC AND ECOLOGICAL INFLUENCE STUDY OF ECONOMIC ACTIVITY ON THE SMALL RIVERS STATE OF DNIEPER BASIN

Ecological and geographical assessment of the impact of economic activities on the small river of the Dnieper basin is summarized. The problem of preparing and building of information model of technogenic and environmental impact of economic activities on the state of small rivers of the Dnieper basin is solved due to using GIS technology.