

УДК 911.2

ГЕОЕКОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ БАСЕЙНІВ РІЧОК ДЛЯ АГРОУПРАВЛІНСЬКИХ ПОТРЕБ

*Білоус Л. Ф.**Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Вивчаються природні передумови організації агрогосподарювання в умовах інтенсивного прояву ерозійних процесів. Пропонується методика побудови та структурного аналізу цифрової моделі рельєфу для пізнання позиційно-динамічної ландшафтної територіальної структури регіону. Остання визначена як базова для організації узгодженої природно-агрогосподарської територіальної структури.

Ключові слова: ландшафтно-екологічний геоінформаційний аналіз, цифрова модель рельєфу (ЦМР), структурно-морфометричний та гідрологічний аналіз ЦМР, парадинамічні райони й ландшафтні смуги позиційно-динамічної ЛТС

Постановка проблеми. Безальтернативне визнання людством потреби збереження природного капіталу, а особливо критичної його складової, зумовило актуальність геоекологічного аналізу територій для синтезу інформаційного ресурсу державно-ринкового регулювання природокористування.

Інформаційний ресурс систем регулювання природокористування є результатом інтелектуальної діяльності по накопиченню, збереженню й конструктивному перетворенню інтегрованих знань та даних про об'єкти (природно-господарські територіальні системи регіонів) в інформацію, що є мотиваційним базисом природо-охоронної діяльності управлінців та менеджерів.

За умов активізації в Україні процесів приватизації землі, переходу до систем фермерського господарювання, реорганізації структури землекористування нагальною є проблема геоекологічного об'рунтування територіально-планіровочних заходів по оптимізації природно-агрогосподарської організації територій. Особливості такої оптимізації пов'язані зі створенням природно-екологічного каркасу агрогеосистем регіону, який би забезпечував його стійкий розвиток.

Геоекологічний аналіз басейнів річок для агроуправлінських потреб є актуальним і, особливо, в умовах визначальної ролі флювіальних процесів в ході ландшафтогенезу. Басейн, як цілісна природна система, є органічною одиницею ГІС-оперування, а саме просторового аналізу та, власне, ландшафтно-екологічного пізнання особливостей прояву позиційно-динамічних відношень, що визначають інтенсивність флювіальних процесів, зокрема й ерозійних.

Тому, зважаючи на науково-практичну значимість геоекологічного аналізу басейнів річок для агроуправлінських потреб, пропонується методика ландшафтно-екологічного геоінформаційного аналізу (ЛЕГА) басейну для синтезу інформаційного ресурсу агроуправління.

Аналіз останніх досліджень в яких започатковано розв'язання даної проблеми. Нині ланд-

шафтно-екологічні дослідження річкових басейнів проводяться досить активно. Цьому сприяють чітко визначена функціональна цілісність басейну, його територіальна визначеність, а отже і органічність застосування інструментарію ГІС. Досить просто в ГІС-середовищі дослідники будують цифрові моделі рельєфу (ЦМР) та аналізують їх, отримуючи похідні моделі крутизни й експозиції схилів, басейнової структури територій та ін.. Шляхом оверлейного аналізу похідних моделей та інших даних, зокрема й про ґрунтовий покрив територій, будують генетико-морфологічні моделі ландшафтно-територіальної структури (ЛТС). Популярними є дослідження екологічного стану територій басейнів із застосуванням інтерполяційних методів аналізу статистичних даних.

Нами пропонується оригінальна методика геоекологічного, а саме ЛЕГА басейну для синтезу інформаційного ресурсу агроуправління. Базовим завданням науково-практичного дослідження визначається просторовий структурно-морфометричний та гідрологічний аналіз ЦМР басейну річки для побудови цифрової моделі позиційно-динамічної ЛТС. Інформація про парадинамічні райони (ПДР) та ландшафтні смуги (ЛС), що є елементами позиційно-динамічної ЛТС визначена як під ґрунта ландшафтно-екологічної оцінки стану актуальних агрогеосистем й синтезу інформаційного ресурсу програмування адаптивного агрогосподарювання.

Поняття структури й структурного та структурно-функціонального аналізу по відношенню до континуальної ЦМР, особливо в ландшафтознавчих дослідженнях, тільки-но почали розроблятися. Дослідженнями структури ЦМР займались А.Берлянт (1996), Н.Благоволіна (1982), О.Кашменський (1980), І.Черваньов (1978, 1982, 1983) та ін.

Нами пропонується здійснити структурно-морфометричний аналіз ЦМР для ландшафтознавчих потреб. Базується він на досвіді структурно-морфометричних досліджень що був запропонований для наукового загалу В.Філософовим

(1975) і досить широко використовувався в нафтогазоносній геоморфології. Його суть у використанні ієрархічних оргграфів тальвегів та «древ» вододілів для структурування топографічної поверхні. В даному випадку - структурування з метою створення в ході просторового аналізу ЦМР, моделі позиційно-динамічної ЛТС.

Постановка завдання. Об'рунтування методики ЛЕГА басейнів річок та синтезу інформаційного ресурсу агроуправління пропонується здійснювати в зв'язку з пізнанням особливостей ландшафтно-екологічної організації басейну річки Інгулець.

При виборі території для науково-практичного експерименту, визначальними факторами були: проблемність (дисбаланс) природно-агрозосподарської взаємодії, відсутність інформаційного ресурсу агроуправління, наявність вихідних даних.

Зосередження дослідницької уваги саме на території басейну р. Інгулець зумовлене результатами аналізу інформаційних звітів екологічної спрямованості [5, 6], що засвідчили дисбаланс природно-агрозосподарської організації території.

Наслідком такої організації є інтенсивне винесення речовини (змитв 'рунту), що проявляється в замуленні мілкої та вузької водної артерії Херсонської, Миколаївської, Кіровоградської та Дніпропетровської областей (кожного року на 1 – 2 см). Внаслідок інтенсивного прояву ерозійних процесів всі річки басейну Інгульця, що протікають в індустріально розвинених регіонах, забруднені органічними речовинами. Вміст їх перебільшив ПДК в р. Інгулець в 12-42 рази, р. Жовтій – в 24 рази, р. Зелений - в 28 раз, р. Саксагань – в 27 разів. Забруднення вод пестицидами перевищує ПДК за деякими видами (ДДТ, ліндан) на всій протяжності ріки. Більша частина органічних речовин надходить до річки Інгулець з дощовим і талим стоком з поверхонь водозборів про що свідчить, аналіз інформації відповідних звітів, зокрема про надходження забруднювачів в дощовий та межений період. Основним джерелом надходження пестицидів до водних об'єктів є стік талої води, дощових і 'рунтових вод із сільськогосподарських угідь. Аналіз інформації звітів про розвиток фіто- і зоопланктону р. Інгулець засвідчує прискорено прогресуючий розвиток мікроорганізмів, що вимагають для своєї життєдіяльності велику кількість органічних компонентів, а це є ще одним свідченням забруднення вод біогенними речовинами.

Все вище зазначене свідчить про відсутність геоecологічної культури агрозосподарювання та нагальну необхідність розгляду позиційно-динамічної організації території, особливо з метою: виявлення ЛС для яких органічною є функція

природно-екологічного каркасу агрозосистем регіону, який би забезпечував його стійкий розвиток; створення моделі ПДР, для яких органічним є виконання ролі просторового базису організації природно-агрозосподарських територіальних систем, як одиниць регіонального управління й менеджменту.

Виклад основного матеріалу. Пропонований ЛЕГА басейну р. Інгулець базується на пізнанні позиційно-динамічних відношень, що формуються внаслідок дії горизонтальних речовинно-енергетичних потоків, і визначають стан природно-агрозосподарських територіальних систем.

В рамках ландшафтознавства територіальну диференціацію схилів за позиційними та процесними особливостями досліджували Г.Хаазе (1961), Ф.Мільков (1974), Г.Швебс (1985), М.Гродзинський (1993) та ін.. Ці дослідження забезпечили можливість об'рунтування таксономічного ряду та принципів виділення одиниць позиційно-динамічної ЛТС.

Для пізнання рис позиційно-динамічних відношень пропонується оригінальна методика геоінформаційного моделювання позиційно-динамічної ЛТС, що базується на просторовому структурно-морфометричному та гідрологічному аналізі ЦМР. Результатом структурно-морфометричного аналізу ЦМР є модель ЛС, а результатом гідрологічного - модель ПДР

ЛС - це група геотопів, які мають спільне положення відносно меж зміни інтенсивності горизонтальних речовинно-енергетичних потоків (розташовані між двома суміжними каркасними лініями динаміки ландшафту). У межах однієї ЛС горизонтальні потоки односпрямовані і в усіх геотопах мають однаковий градієнт [3]. Тому саме їх функціональне використання й територіальна організація визначають інтенсивність руху речовини, зокрема й літо-педогенного складу, а отже й ерозійний стан територій.

ПДР - це сукупність ландшафтних смуг, пов'язаних горизонтальними потоками, які починаються від спільного «центрального місця» - ландшафтного ярусу, що займає панівне висотне положення. Від цього ярусу радіально розходяться потоки, які об'єднують у єдину динамічну систему схилів, терасові, заплавні ЛС. Центральною віссю інтеграції ПДР є вододільна [3]. Тому саме ПДР - є основою виділення природно-агрозосподарських територіальних систем, як одиниць регіонального управління й менеджменту для яких органічним буде об'рунтування програм природно-агрозосподарської адаптації. А власне останні і є шляхом до стійкого розвитку регіонів.

Слід зазначити, що проведена нами процедура проєкційного взаємоузгодження й накладання

цифрової моделі ПДР, створеної за топографічною основою, на космокарту Верхньоінгулецького басейнового регіону довела узгодженість меж її елементів з межами робочих ділянок, а в деяких випадках і з межами фермерських господарств.

Такий факт є закономірним, адже межі ПДР проводяться по базисних елементах топологічної структури, а в випадку, коли базовим масштабом моделювання ПДР є 1:200000 й допоміжним 1:50000, вони проходять в місцях постійної або ж тимчасової наявності водотоку і є природною межею між землями що належать різним господарюючим суб'єктам.

В ході дійсного ЛЕГА передбачається районування ПДР, що дозволить виявити ландшафтно-функціонально цілісні території (мікро- й мезорайони) котрі різняться за природно-ресурсним потенціалом, спектром геоecологічних проблем та специфікою їх вирішення. Саме для таких однорідних за ландшафтно-ecологічними умовами розвитку регіонів доцільним є об'рунтування управлінських програм природно-агрогосподарської адаптації.

Для об'рунтування методики ЛЕГА нами був проведений експеримент оперування вихідними даними з залученням програм ArcGIS в результаті якого розроблено відповідний алгоритм дій, що передбачає: побудову ЦМР; гідрологічний та структурно-морфоматричний аналіз ЦМР і синтез ландшафтного інформаційного потоку, елементами якого є ПДР й ЛС позиційно-динамічної ЛТС; виконання процедури статистичного та геометричного аналізу й атрибутивної інвентаризації ПДР агроecологічно значимими характеристиками для цілей агроecологічного районування; саму процедуру комплексно-ознакового виділення (районування) агроecологічних мікро- й мезорайонів що є територіальним базисом об'рунтування програм природно-агрогосподарської адаптації в досліджуваному регіоні.

Так як базовою в даному дослідженні є ЦМР, то її достовірність визначає відповідність похідних просторових та об'єктних моделей. Тому, особлива увага була зосереджена на процедурі створення ЦМР.

В залежності від типу вихідних даних та методики їх обробки можна виділити два кардинально відмінних способи одержання ЦМР. Перший спосіб базується на використанні даних та методів дистанційного зондування, фотограмметрії та радарграмметрії. У цій області існують певні методики та доробки, точність результатів яких досить переконлива. Проте трудомісткість методів реалізації цих методик, їх специфічність та недоступність програмного забезпечення перешкоджають широкому їх поширенню. Другий

спосіб - побудова моделей рельєфу шляхом інтерполяції даних отриманих в результаті дегіталізації топографічних карт. Цей спосіб не новий, має свої сильні і слабкі сторони. Головним його недоліком є висока трудомісткість процедури вводу вихідних даних, що не вплинуло на вибір саме його в якості базового при об'рунтуванні дійсної методики інвентаризації рельєфу, як фактора диференціації ЛТС.

Інтерполяційне моделювання ЦМР нами було проведене із застосуванням методики топогріду (Topogrid Interpolation) в програмному середовищі ArcGIS. Зазначена методика передбачає можливість інтерактивної взаємодії з моделлю (моделювання озерних зон, зон перегину рельєфу та ін) шляхом задавання умови на потребу сумісного застосування так званих «глобальних» (крігінг, сплайн) та «локальних» (зворотна зважена відстань) методів інтерполяції. Цю методику спеціально створено для побудови гідрологічно коректної ЦМР. Для того, щоб застосувати функцію Topogrid Interpolation необхідно відповідним чином організувати систему вихідних даних. Елементами цієї системи є певні об'єкти: дуги, точки, полігони. Дуги - це дегіталізовані горизонталі й елементи яружно-балкової та долинно-річкової систем, точки представлені знятими з карт масштабів 1:200000, 1:50000, 1:25000 висотними відмітками, полігони - це озера, водосховища, ставки. Занесення до бази даних вищевказаних елементів характеризувалось деякою специфікою та етапністю. Зокрема, дуги, що представляють базисні лінійні елементи в базу даних слід ввести у вигляді орграфу, направленість кожного ребра якого відповідає напрямкові руху відповідного потоку. Загалом процедура підготовки даних до інтерполяційного їх аналізу й сам аналіз були складним й ітеративними [2]. Їх ретельна організація забезпечила можливість отримати достовірну ЦМР басейну річки Інгулець. В результаті її класифікації за методом середнього квадратичного відхилення всі дані ЦМР розділились на 2 масиви. На впорядкованій ЦМР досить чітко прослідковується межа між височинним та зниженим рельєфом Східно-Європейської полігенної рівнини в межах басейну річки Інгулець, а точніше між Придніпровсько - Приазовською областю цокольних пластово-денудаційних височин та пластово-аккумулятивних підвищених рівнин, а саме підобластю Центрально-Придніпровської денудаційної рівнини та Причорноморською областю пластово-аккумулятивних та пластово-денудаційних низовинних рівнин, а саме в підобластю Північно-Причорноморської денудаційної рівнини. Та частина басейну річки Інгулець, що знаходиться в Придніпровсько-

Приазовській області цокольних пластово-денудаційних височин та пластово-аккумулятивних підвищених рівнин, для якої характерним є інтенсивний прояв ерозійних процесів, саме і визначена нами як Верхньоінгулецький басейновий регіон, що представляє інтерес з точки зору ландшафтно-екологічної оцінки природно-агрогосподарської організації. А тому вбачалась необхідність виділення його методом маскування та представлення в якості об'єкту наступного топологічного аналізу.

Для виявлення загальних закономірностей організації рель'єфу Верхньоінгулецького басейнового регіону всі дані його ЦМР були також відкласифіковані за методом середньоквадратичного відхилення, в результаті чого виділились 2 масиви значень ЦМР. Один з них відповідає Придніпровській денудаційно-аккумулятивній підвищеній рівнині (діапазон висот 240-100 метрів), інший - перехідній рівнині (діапазон висот 180-60 метрів), а з точки зору фізико-географічного районування України [4], відповідно Південній області Придніпровської височини та області Південних відрогів Придніпровської височини. Класифікація ЦМР останніх також дозволила виділити декілька груп об'єктів. Картографічне відображення результатів класифікації ЦМР областей підтвердило припущення про те, що виділені групи об'єктів співвідносяться з певними геоморфологічними рівнями, які можуть бути інтерпретовані як ландшафтні яруси позиційно-динамічної ЛТС, що різняться за співвідношенням факторів ландшафтно-динаміки, зумовлених ярусною будовою рель'єфу (геоморфологічними рівнями), стадійністю рель'єфоутворення й осадконагромадження.

Зокрема в результаті класифікації ЦМР виділились ландшафтні яруси елювіальний вододільно-височинний денудаційно-небезпечний, елювіальний підвищено-рівнинний ерозійно-небезпечний, схиловий транселювіальний, схиловий транселювіально-аккумулятивний, алювіально-делювіальний яружно-балково-долинно-річковий.

Особливості функціонування й розвитку сучасних агрогеосистем що сформувались в межах деяких ландшафтних ярусів, визначаються інтенсивністю прояву денудаційно-аккумулятивних процесів. А тому наступний етап аналізу ЦМР, спрямований на виявлення й інформаційну інвентаризацію геосистем, що відрізняються за інтенсивністю прояву сучасних процесів. А отже - на побудову моделі ЛС позиційно-динамічної ЛТС Верхньоінгулецького басейнового регіону.

Побудова за ЦМР полівершинних й полібазисних поверхонь 1-го порядку (ПВП1 та ПБП1) та

комп'ютерне маніпулювання ними покладені в основу дійсного структурно-морфометричного аналізу ЦМР та синтезу інформаційних моделей ЛС позиційно-динамічної ЛТС.

В ході машинного експериментування й ландшафтно-екологічного експертування було запропоновано декілька продуктивних в ландшафтно-екологічному відношенні математичних дій з поверхнями в програмному середовищі ArcGis: $PBP1-ЦМР$ = потужність зденудованої літо-педогенної складової ландшафтних комплексів [1, ст.72 рис.3А]; $ЦМР-ПБП1$ = потужність залишкової літо-педогенної складової ландшафтних комплексів [1, ст.72 рис.3Б].

Для впорядкування поверхонь, отриманих в результаті зазначених математичних дій був обраний метод класифікації їх даних за середньоквадратичним відхиленням, застосування якого надало можливість оцінити відмінність значень від фонового (середнього) та виявити специфіку й інтенсивність прояву сучасних фізико-географічних процесів, а саме, ерозійних та аккумулятивних. Об'єкти, виділені в результаті класифікацій поверхонь потужності зденудованої та залишкової літо-педогенної складової ландшафтних комплексів і є ЛС позиційно-динамічної ЛТС.

В руслі вирішення завдання побудови ПДР, що розглядаються нами як природний базис моделювання об'єктів агроуправління й менеджменту, необхідно було вирішити задачі гідрологічного аналізу ЦМР та евристичної побудови ПДР. Гідрологічний аналіз ЦМР здійснювався в програмному середовищі ArcGis з застосуванням модуля Hydrologic Modeling, за допомогою якого були створені цифрові моделі басейнів та аккумуляції потоків. Вивчення останніх забезпечило можливість побудови в інтерактивному режимі цифрової моделі напрямку руху потоків. Ландшафтно-екологічний експертний аналіз топології її елементів, спрямований на пошук структуроформуючих вузлів ПДР, дозволив створити їх цифрову модель.

Отже, в результаті гідрологічного аналізу ЦМР нами була створена цифрова модель ПДР позиційно-динамічної ЛТС. І саме її об'єкти (ПДР) є природно-функціональними цілісностями й територіальним базисом моделювання природно-агрогосподарських територіальних систем.

Щодо блоку задач реалізації завдання агрогеоекологічного районування ПДР, котрі визначені нами як операційні територіальні одиниці (ОТО) комплексно-ознакового аналізу, то необхідно було вирішити проблеми: атрибутивної їх інвентаризації агрогеоекологічно значимими характеристиками за допомогою методів статистичного й геометричного аналізу ArcGis;

розрахунку ознакових й комплексно-ознакових дистанційних коефіцієнтів між ОТО в програмному середовищі Microsoft Excel з залученням графів сусідства ОТО; створення цифрової моделі агрогеоекологічних мікро- й мезорайонів.

В якості агрогеоекологічно значимих характеристик визначені: густина й глибина розчленування; показники співвідношення довжини базисних лінійних елементів першого порядку до загальної їх довжини; середнє, мінімальне й максимальне значення потужності залишкової та зденудованої літопедогенної складової ландшафтів; максимальне, мінімальне та середнє значення крутизни схилів; частки площ привододільних незмитих, яружно-балкових та різного ступеня змитості ландшафтних смуг; співвідношення площ привододільних незмитих ландшафтних смуг та різного ступеня змитості; частки площ геосистем, що характеризуються високим, топологічно обумовленим потенціалом накопичення забруднень та деякі інші.

Розрахунок ознакових й комплексно-ознакових дистанційних коефіцієнтів було здійснено за формулою простої Евклідової дистанції в програмному середовищі Excel з залученням графів сусідства ОТО. В результаті процесу районування нами було зведено 68 ПДР до 26 агрогеоекологічних мікрорайонів, а останні об'єднані в 7 агрогеоекологічних мезорайонів, що є ландшафтно-функціональними цілісностями, відрізняються за особливостями прояву фізико-географічних процесів та є ландшафтно-територіальним базисом організації збалансованої природно-агрогосподарської територіальної структури.

Висновки. Отже, в результаті ЛЕГА території басейну р. Інгулець, нами отримано інформацію про особливості позиційно-динамічної ландшафтно-територіальної організації Верхньоінгулецького басейнового регіону. Статус базису для синтезу істотної частини ландшафтознавчої інформації був наданий ЦМР. Комп'ютерне експериментування з останньою дозволило запропонувати методику створення моделей залишкової та зденудованої літопедогенної складової геосистем. Інтелектуальне ландшафтне експертування їх змісту надало можливість виявити закономірності кореляції

елементів їх структури з особливостями (інтенсивністю) прояву денудаційно-аккумулятивних процесів. А отже й встановити відповідність елементів моделей залишкової та зденудованої літо-педогенної складової геосистем ландшафтним смугам позиційно-динамічної ЛТС. В результаті були виділені ЛС придатні до інтенсивного й обмеженого агрогосподарського використання та ЛС-регулятори інтенсивності прояву й розвитку денудаційних процесів. Інформація про їх місцезосташування є конче необхідною при оптимізації природно-агрогосподарської територіальної організації Верхньоінгулецького басейнового регіону.

За ЦМР, в результаті її гідрологічного аналізу, було створено модель ПДР, здійснено атрибутивну інформаційну інвентаризацію її елементів (ПДР) агрогеоекологічно значимими характеристиками та застосовано процедуру комплексно-ознакового районування. В результаті, виділено на території досліджуваного регіону агрогеоекологічні мікрота мезорайони що є територіальним базисом об'рунтування програм природно-агрогосподарської адаптації.

Запропонована методика вивчення природних передумов організації агрогосподарських функцій може бути застосована до будь-яких інших територій де визначальну роль в процесі ландшафтогенезу відіграють флювіальні процеси.

Список літератури

1. Білоус Л.Ф. Просторове моделювання хоричного зрізу буття ландшафту // Фізична географія та геоморфологія. - К.: ВГЛ Обрії, 2005. - Вип. 49. - С. 66 - 73.
2. Білоус Л.Ф. Цифрова модель рельєфу в географічному й геоінформаційному просторі // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И.Вернадского. Серия «География». Том 21(60). 2008 г. №2. С. 117-127.
3. Гродзинський М.Д. Основи ландшафтно-екології. К.: Либідь, 1993. - 224с.
4. Маринич О.В., Ланько А.І., Щербань М.І., Шищенко П.Г. Фізична географія Української РСР. - К.: Вища школа, 1982. - 208с.
5. Отчет о научно-исследовательской работе «Определение параметров экологических попусков р. Ингулец». УкрНЦОВ.-Х, 2008. - 17с.
6. Оценка влияния сточных вод предприятий «Кривбасса» на экосистему р. Ингулец. УНЭЦРЭП, 2004. - 129 с.

Билоус Л.Ф. Геоэкологический анализ для агроуправленческих целей. Изучаются природные предпосылки организации агрохозяйственной деятельности в условиях интенсивного проявления эрозионных процессов. Предлагается методика построения и структурного анализа цифровой модели рельефа для информационной инвентаризации позиционно-динамической ландшафтной территориальной структуры региона. Последняя определена как базовая для организации согласованной природно-агрохозяйственной территориальной структуры. **Ключевые слова:** ландшафтно-экологический геоинформационный анализ, цифровая модель рельефа (ЦМР), структурно-морфометрический и гидрологический анализ ЦМР, парадинамические районы и ландшафтные полосы позиционно-динамической ЛТС

Bilous L.F. Geo-ecological analysis for agro-management goals. Natural backgrounds of the organization agro-hozyaysvennoy activity under intense manifestation of the erosion processes are studied. Methods of construction and structural analysis of digital elevation model for the information inventory of the position-dynamic landscape-territorial structure of the region are invited. The latter is defined as a base for organizing a coherent natural and agro territorial structure.

Key words: landscape-ecological analysis of the GIS, a digital model of terrain (DTM), the structural and hydrological analysis of the DTM, paradinamiche areas and landscaped strip of the Position-Dynamic landscape-territorial structure.