

## ЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОСИСТЕМ

УДК: 911.5+504

DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2019-21-01>

**А. А. КЛЄЩ<sup>1</sup>, Н. В. МАКСИМЕНКО<sup>1</sup>**, д-р геогр. наук, доц.,  
<sup>1</sup>Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
майдан Свободи, 6, м. Харків, Україна 61022

e-mail: [klieshch@karazin.ua](mailto:klieshch@karazin.ua)  
[maksymenko@karazin.ua](mailto:maksymenko@karazin.ua)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1379-1043>  
<http://orcid.org/0000-0002-7921-9990>

### ТРАНСФОРМАЦІЯ ВОДОЗБІРНОГО БАСЕЙНУ р. УДИ В МЕЖАХ М. ХАРКІВ

**Мета** дослідження - оцінка ступеню антропогенної трансформації ландшафту водозбірною басейну внаслідок містобудівного освоєння та виявлення шляхів нормування навантаження на ландшафти у ході розвитку міста.

**Методи.** У ході дослідження використаний комплекс методів: експертна оцінка, картографічні методи (зокрема операції картометрії) та геоінформаційне моделювання рельєфу.

**Результати.** У ході дослідження виявлено, що урбогенна трансформація природних ландшафтів передусім відбувається внаслідок формування системи землекористувань, що спонукає заміну екологічних функцій ландшафту суспільними. Здійснена на основі геоінформаційного моделювання рельєфу ландшафтна диференціація водозбірною басейну, дозволила виявити просторову конфігурацію та площі кожної з його підсистем. Встановлено, що заплавна підсистема займає 8,47 %, надзаплавно-терасова – 21,4 %, схилова підсистема – 17,49 %, а вододільно-рівнинна – 52,64 % від площі території досліджуваного водозбірною басейну.

**Висновки.** В результаті обчислення коефіцієнтів трансформації типів землекористування та їх сумарності в межах кожної з підсистем встановлено, що найбільший ступінь трансформації ландшафтів має вододільно-рівнинна підсистема. Середнім ступенем трансформації характеризується надзаплавно-терасова та схилова підсистеми. Найнижчий показник коефіцієнту антропогенної трансформації в межах водозбірною басейну має заплавна підсистема. Для території заплавної підсистеми здійснено зонування території за рівнем антропогенного навантаження на ландшафт водозбірною басейну. Для кожної з зон запропоновано екологічні заходи.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ландшафтне планування, антропогенна трансформація, ландшафт, урбанізація, водозбірний басейн, структура землекористування, р. Уди, Харків

**Klieshch A. A., Maksymenko N. V.**

*V. N. Karazin Kharkiv National University*

#### TRANSFORMATION OF THE WATERSHED BASIN OF UDY RIVER WITHIN KHARKIV

**Purpose.** To assess the extent of anthropogenic transformation of the landscape of watershed basin due to urban development and identify ways of normalizing the load on landscapes during the development of the city.

**Methods.** In the course of the study, a set of methods was used: expert evaluation, cartographic methods (including cartometry operations) and geoinformation modeling of the relief.

**Results.** In the course of the study, it was found that the urbogenic transformation of natural landscapes is primarily due to the formation of a system of land uses that prompts the replacement of the ecological functions of the landscape by public ones. The landscape differentiation of the catchment basin, based on geoinformation modeling of the terrain, made it possible to identify the spatial configuration and area of each of its subsystems.

© Клєщ А. А., Максименко Н. В., 2019



[This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0.](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

It was found that the floodplain subsystem occupies 8.47 %, the alluvial subsystem – 21.4 %, the slope subsystem – 17.49 %, and the watershed-plain – 52.64 % of the area of the studied catchment area.

**Conclusions.** As a result of calculating the coefficients of transformation of land use types and their summation within each of the subsystems, it is established that the highest degree of transformation of landscapes has a watershed-plain subsystem. The average degree of transformation is characterized by the alluvial terrace and slope subsystems. The lowest index of anthropogenic transformation coefficient within the catchment area has a floodplain subsystem. For the territory of the floodplain, zoning of the territory according to the level of anthropogenic load on the landscape of the catchment area was carried out. Environmental measures are proposed for each of the zones.

**KEYWORDS:** landscape planning, anthropogenic transformation, landscape, urbanization, watershed, land use structure, r. Udy, Kharkiv

**Клещ А. А., Максименко Н. В.**

*Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина*

### **ТРАНСФОРМАЦИЯ ВОДОСБОРНОГО БАССЕЙНА Р. УДЫ В ПРЕДЕЛАХ Г. ХАРЬКОВ**

**Цель.** Оценка степени антропогенной трансформации ландшафта водосборного бассейна в результате градостроительного освоения и выявления путей нормирования нагрузки на ландшафты в ходе развития города.

**Методы.** В ходе исследования использован комплекс методов: экспертная оценка, картографические методы (в частности операции картометрии) и геоинформационное моделирование рельефа.

**Результаты.** В ходе исследования определено, что урбогенная трансформация природных ландшафтов прежде всего происходит в результате формирования системы землепользования, что побуждает замену экологических функций ландшафта общественными. Осуществлена на основе геоинформационного моделирования рельефа ландшафтная дифференциация водосборного бассейна. Установлено, что пойменная подсистема занимает 8,47%, надпойменно-террасная – 21,4 %, склонная – 17,49 %, а водораздельно-равнинная – 52,64 % от площади территории исследуемого водосборного бассейна.

**Выводы.** В результате вычисления коэффициентов трансформации типов землепользования и их суммации в пределах каждой из подсистем установлено, что наибольшая степень трансформации ландшафтов имеет водораздельно-равнинная подсистема. Средней степенью трансформации характеризуется надпойменно-террасная и склоновая подсистемы. Самый низкий показатель коэффициента антропогенной трансформации в пределах водосборного бассейна имеет пойменная подсистема. Для территории пойменной подсистемы осуществлено зонирование территории по уровню антропогенной нагрузки на ландшафт водосборного бассейна. Для каждой из зон предложены экологические мероприятия.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ландшафтное планирование, антропогенная трансформация, ландшафт, урбанизация, водосборный бассейн, структура землепользования, р. Уды, Харьков

### **Вступ**

Для позначення процесу якісних і кількісних змін природних ландшафтів внаслідок антропогенного навантаження або ж тимчасових збурень на них використовуються поняття антропогенної трансформації ландшафту. В рамках наукових напрямків ландшафтознавства та ландшафтної екології для потреб оцінки ступеню та характеру антропогенного навантаження на природні ландшафти використовується низка методичних підходів, що здатні здійснити аналіз змін ландшафту та надати оцінку впливу цих змін. Дослідження зумовлених антропогенною діяльністю змін ландшафтів науковими школами в Україні переважно здійснюються за такими концептуальними напрямками, що

в якості об'єкту концентруються на власне антропогенних ландшафтах або ж на антропогенних модифікаціях природних ландшафтів [11, 13]. Таким чином, дослідженню підлягає два сценарії наслідків впливу діяльності людини на ландшафтні комплекси. В обох сценаріях, антропогенне навантаження та численні збурення спричиняють різноманітні якісні зміни і модифікації природних ландшафтів, Але у першому випадку в результаті впливу виникають антропогенні модифікації ландшафту (тобто інваріант ландшафту залишається незмінним), тоді коли результатом реалізації другого випадку є формування якісно відмінного утворення – антропогенного ландшафту.

Петлін В. М. [14] звертає увагу на те, що антропогенні модифікації ландшафтів трактуються досить широко і виділяє два найпоширеніших типи їх визначення як:

- ландшафтні комплекси, що перебувають під впливом радикальних антропогенних трансформацій;
- ландшафтні комплекси, що є модифікованими по відношенню до природних ландшафтів та відрізняються від них відсутністю саморозвитку, простою їхніх біологічних складових та меншою стійкістю до екзогенних впливів.

Власне, в рамках даного концептуального підходу зміни ландшафтів під впливом людської діяльності розглядаються як динаміка їх природних станів, тобто такі зміни не спричиняють змін їхніх інваріантів. Не дивлячись на те, що саме виступає об'єктом наукового дослідження – антропогенний ландшафт або ж антропогенні модифікації природних ландшафтів – визначення міри трансформації і діагностики глибини змін природних ландшафтів є важливим завданням, що потребує подальшого вивчення широкого спектру пов'язаних із цим питань [5].

Процес змін природних ландшафтів в результаті людської діяльності є складним і різнобічним процесом [4]. Власне, цей процес в рамках підходів різних наукових шкіл отримав різні назви: антропогенної модифікованості, трансформованості, перетвореності, порушеності, синантропізації, антропізації та гемеробності ландшафту. Найбільш широкого використання серед вітчизняних дослідників отримали терміни антропогенної трансформації та антропізації ландшафтів, то ж зупинимось на визначенні їх сутності [15,16].

Згідно визначення О. Каленської та О. Сакаль [6] трансформація є процесом набуття природними, антропогенними та природно-антропогенними ландшафтами нових або втрату попередніх властивостей та характеристик під впливом внутрішніх та зовнішніх чинників. Авторки виділяють два типи трансформацій: кількісну та якісну.

Відмінну позицію займає І. Б. Койнова [10], що пропонує розрізняти поняття антропогенної трансформації та антропізації. Науковиця визначає антропогенну трансформацію як інтегральну характеристику, що враховує не тільки зміни структури ландшафту в цілому, але зміни хімічного, фізичного та

біологічного складу ландшафтної системи та характеризує сукупний вплив різних видів навантажень на ландшафт. Тоді коли, під антропізацією ландшафту пропонується розуміти процес зміни компонентного складу, структури, здатності до самовідновлення і самоочищення внаслідок їх функціонального використання людиною» [10, с. 6], що визначається таким показником як ступінь перетвореності просторової структури ландшафтної системи в результаті господарської діяльності людини. Інша позиція у П. Теліш [17], що ототожнює дані терміни, визначаючи їх як процес, якому притаманна зміна первинної структури, динаміки і функціонування.

Підходи до оцінки трансформації ландшафтних комплексів достатньо різноманітні, то ж розглянемо декілька різновидів типових прикладів. Так, Д. Н. Андреев [1] пропонує здійснювати діагностику трансформації екосистем шляхом порівняння подібних екосистем, що знаходяться під впливом антропогенного навантаження різної інтенсивності. Предметом оцінки виступає якісний показник ступеню деградації екосистем, що визначається як середнє значення суми середньозважених оцінок ступенів деградації природних компонентів базових екосистем (грунту, рослинності, тваринного світу) і середньозваженого ступеня деградації базової екосистеми. В рамках дослідження екологічних проблем водозборів малих річок Н. П. Карпенко [7] розроблено методику інтегральної оцінки геоecологічної ситуації, що заснована на бальній оцінці базових атрибутивних показників характеристик водозбірних басейнів і узагальнених геоecологічних ризиків. Задля здійснення оцінки ступеню трансформації використовуються категорії геоecологічних ситуацій (позитивна, задовільна, конфліктна, напружена, критична). Грунтуючись на методологічних засадах системного підходу та теорії антропогенної трансформації ландшафтів С. Р. Хальбаєва [18] виділяє наступні градації для оцінки ступеню антропогенної трансформації ландшафтів, засновані на врахуванні окремих властивостей: умовні незмінні, слабо змінні та сильно змінні. Н. В. Чир [19] під час ландшафтних досліджень водозбірних басейнів у якості показника трансформації використала інтегрований проказник антропогенного навантаження, що розраховується на основі даних детальних стаціонарних спостережень на

ключових ділянках, в межах яких визначались показники розораності території; ступеню меліорованості басейну, урбаністичного навантаження, заселеності, транспортної освоєності у перерахунку на одиницю площі тощо. Крім того, для оцінки ступеню негативних змін у ландшафтах доцільно використовувати ландшафтно-екологічний індекс, що враховує як хімізм забруднення компонентів ландшафту, так і природну чутливість ландшафту [12].

Аналіз антропогенного навантаження і відповідного йому ступеню трансформації ландшафтів дозволяє виявити територіальні відмінності та механізми впливу господар-

ської діяльності та здатні слугувати вихідною інформацією для планування реабілітаційних екологічних заходів для нівелювання негативних наслідків антропогенного втручання.

Стаття присвячена вирішенню означених проблем стосовно території басейну р. Уди у межах м. Харків.

**Мета дослідження** - оцінка ступеню антропогенної трансформації ландшафту водозбірного басейну внаслідок містобудівного освоєння та виявлення шляхів нормування навантаження на ландшафти у ході розвитку міста.

### Об'єкт, методика та методи дослідження

Для визначення перспективних напрямків та здійснення процедури нормування антропогенних навантажень на ландшафт особливо важливе місце посідає питання їх оцінювання. Як правило, оцінка здійснюється шляхом використання різних показників, що здатні відобразити рівні антропогенного впливу на природний ландшафт. Наприклад, для сільськогосподарських навантажень показниками можуть бути маса добрив, що були внесені, маса отрутохімікатів на одиницю площі протягом певного часу, кількість проходжень сільськогосподарської техніки по полю за рік чи місяць, маса ґрунту, яка щорічно втрачається зі збиранням коренеплодів тощо. Серед показників навантаження від промислових об'єктів – об'єм викидів різних забруднюючих речовин та сполук в атмосферу за рівнем гранично-допустимих концентрацій, рівень шумового і теплового забруднення, об'єми води, що витрачаються у технологічному процесі тощо. Показниками рекреаційних навантажень можуть слугувати кількість відпочиваючих на одиницю площі протягом заданого часу (дня, тижня, року тощо), максимальне число відпочиваючих за один день, щільність стежок у лісі та інші.

Показники, що наведені вище хоч і є об'єктивними, проте збір даних для їхньої оцінки, може бути довготривалим і проведений без належної точності та достовірності. Також, взяті кожен окремо, всі ці показники не зможуть дати повного уявлення щодо сукупного навантаження від певного антропогенного фактору, будь то промис-

ловість, землеробство тощо. Таку сукупну, тобто інтегральну оцінку, антропогенних навантажень можна отримати двома способами: або експертним оцінюванням, або за допомогою розрахункових формул.

Саме інтегральна оцінка антропогенного фактору висвітлює узагальнений характер для з'ясування загальних закономірностей формування та змін екологічної ситуації під впливом основних груп антропогенних факторів. Необхідність такої оцінки впливу антропогенного навантаження часто виникає при регіональному аналізі ландшафтів, коли дослідження націлене на виявлення закономірностей розподілу антропогенного впливу на ландшафти та їх стійкості до нього. В рамках проведення даного дослідження використана методика оцінки ступеню антропогенізації ландшафту П. Г. Шищенко, що ґрунтується на експертному підході [20]. Для здійснення оцінки кожному типу землекористування експертом (науковцем) присвоюється бальна оцінка глибини зміни природного ландшафту. Бальна оцінка виступає характеристикою ступеню впливу певних видів антропогенних навантажень на ландшафт, що й призвели до трансформації його природного стану. Наприклад, оригінальна методика П. Г. Шищенко пропонує використовувати такі глибини перетвореності ландшафту в межах різних типів його використання : природоохоронні території – 1, ліси – 2, болота й заболочені землі – 3, луки – 4, сади й виноградники – 5, рілля – 6, сільська забудова – 7, міська забудова – 8, водо-

сховища й канали – 9, землі промислового використання – 10.

Відповідно до обраних територіальних одиниць пропонується визначити частки площі кожного типу землекористувань. У даному дослідженні у якості територіальних одиниць для здійснення оцінки ступеню антропогенної трансформації використовувались території типів підсистем басейнової структури ландшафту: заплавної, надзаплавно-терасового (борового), схилового та вододільно-рівнинного типів. Коефіцієнт антропогенної трансформації ландшафтів у межах цих одиниць розраховується як зважена середньоарифметична оцінка за формулою:

$$K_{an} = \sum_{i=1}^n a_i \times p_i$$

де:  $K_{an}$  – ступінь антропогенної трансформації ландшафтів у межах певного регіону;

$a_i$  – бал глибини зміни природного ландшафту в межах угіддя (використання земель  $i$ -го типу);

$p_i$  – частка або відсоток угідь  $i$ -го типу в регіоні;

$n$  – кількість господарського використання ландшафту (типів угідь).

Відповідно до значення коефіцієнту визначається ступінь антропогенної трансформації ландшафту (табл. 1).

Таблиця 1

Ступені антропогенної трансформації ландшафту [2]

| № | Ступінь антропогенної трансформації  | Значення $K_{an}$ |
|---|--------------------------------------|-------------------|
| 1 | Слабко трансформовані ландшафти      | 2,0-3,8           |
| 2 | Трансформовані ландшафти             | 3,81-5,3          |
| 3 | Середньотрансформовані ландшафти     | 5,31-6,5          |
| 4 | Сильнотрансформовані ландшафти       | 6,51-7,4          |
| 5 | Дуже сильно трансформовані ландшафти | 7,41-8,0          |

Для потреб диференціації території водозбірного басейну на ландшафтні підсистеми заплавної, надзаплавно-терасового (борового), схилового та вододільно-рівнинного типів використані наступні критерії їхнього виділення за морфометричними показниками рельєфу:

- заплавна підсистема – низинні положення у рельєфі, плоскі субгоризонтальні поверхні;
- борова підсистема – позиційно розташовується на вищих гіпсометричних рівнях, ніж заплавна підсистема, характер поверхні горбкуватий: спостерігається достатня мінливість показників ухилу поверхні та експозицій схилів;
- схилова підсистема – схилі поверхні із значеннями кутів ухилу від 3 до 60 градусів;
- вододільно-рівнинна підсистема – займає гіпсометрично найвищі позиції в межах водозбірного басейну, значення кутів ухилу поверхні від 0 до 3 градусів.

Картографування названих підсистем відбувалось на основі інтерпретації даних,

одержаних в результаті побудови в геоінформаційній системі цифрової моделі рельєфу методом триангуляції Делоне. TIN-модель рельєфу (Triangulated Irregular Network) – це нерівність, яка складається з неперервно пов'язаних між собою трикутників. Так ребро кожного елемента є частиною сусідньої фігури. Вершини кожного трикутника є точкою, із визначеною висотою та географічними координатами. Вони з'єднуються не лінійно, а за принципом триангуляції Делоне, в ході якого через ці вершини трикутників проходять окружності, а ребра генеруються за відповідними точками пересічних кіл. Мінусом даного типу моделі рельєфу є можлива похибка через неповноту вихідних даних, але безперечний плюс такої моделі в тому, що це найшвидший спосіб інтерполяції даних про рельєф. Похідні цифрові моделі ухилів та експозиції поверхонь створюються сучасними геоінформаційними системами в автоматичному режимі на основі базової TIN-моделі рельєфу.

## Результати та обговорення

У якості одиниць диференціації ландшафту водозбірного басейну для здійснення порівняльної оцінки ступенів антропогенної трансформації обрано території складових його структури: заплавної, надзаплавно-терасової (борової), схилової та вододільно-рівнинної підсистем. Для визначення просторової конфігурації та площ кожної з підсистем ландшафту водозбірного басейну в межах міста Харків здійснено морфометричний аналіз рельєфу. У якості основного джерела даних про рельєф досліджуваної території використовувався векторизований картографічний твір з висотою перерізу рельєфу в 1 м (рис. 1).

За вихідними даними про рельєф території дослідження у геоінформаційному середовищі побудовано псевдо тривимірну цифрову модель рельєфу методом триангуляції Делоне. Картографічний твір, що візуалізує одержану модель даних триангульованої нерегулярної мережі (TIN) значень відміток висот представлений на рисунку 2.

За допомогою використання інструментів геообробки поверхні TIN-моделі рельєфу здійснено операції аналізу поверхні на предмет встановлення діапазону значень величини її ухилу та експозиції. Результати даного аналізу, виконаного засобами геоінформацій-

них інструментів, втілились у картографічні твори відповідного змісту, що містять інформацію стосовно крутизни (рис. 3) та експозиції схилів (рис.4) території дослідження.

Систематизувавши і узагальнивши одержані морфометричні характеристики рельєфу визначено положення та межі кожної структурної підсистеми водозбірного басейну [3]. Результуючий картографічний твір, що відображає просторову конфігурацію підсистем водозбірного басейну наведено на рис. 5.

Результати обчислень площ виділених підсистем водозбірного басейну засобами картометричних операцій наведено у таблиці 2.

Для потреб оцінки ступеню антропогенної трансформації ландшафту водозбірного басейну р. Уди в межах м. Харків у якості вихідної інформації використано дані дослідження з інвентаризації територіальної структури природокористування м. Харків для потреб ландшафтного планування [9].

На картографічному творі (рис. 6) зображено використану геоінформаційну модель територіальної структури природокористування ландшафту водозбірного басейну р. Уди в межах м. Харків, що є топологічно коректною та придатною для картометричних обчислень атрибутивних даних площ об'єктів. Геодані, що містяться у даній гео-

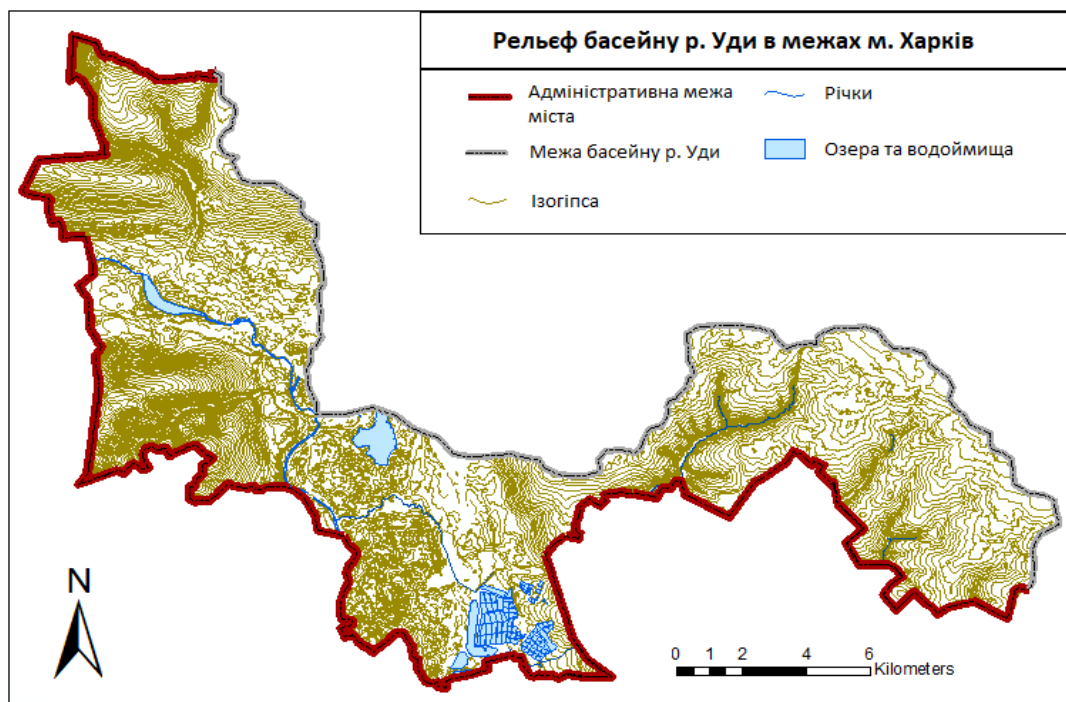


Рис. 1 – Рельєф водозбірного басейну р. Уди в межах м. Харків

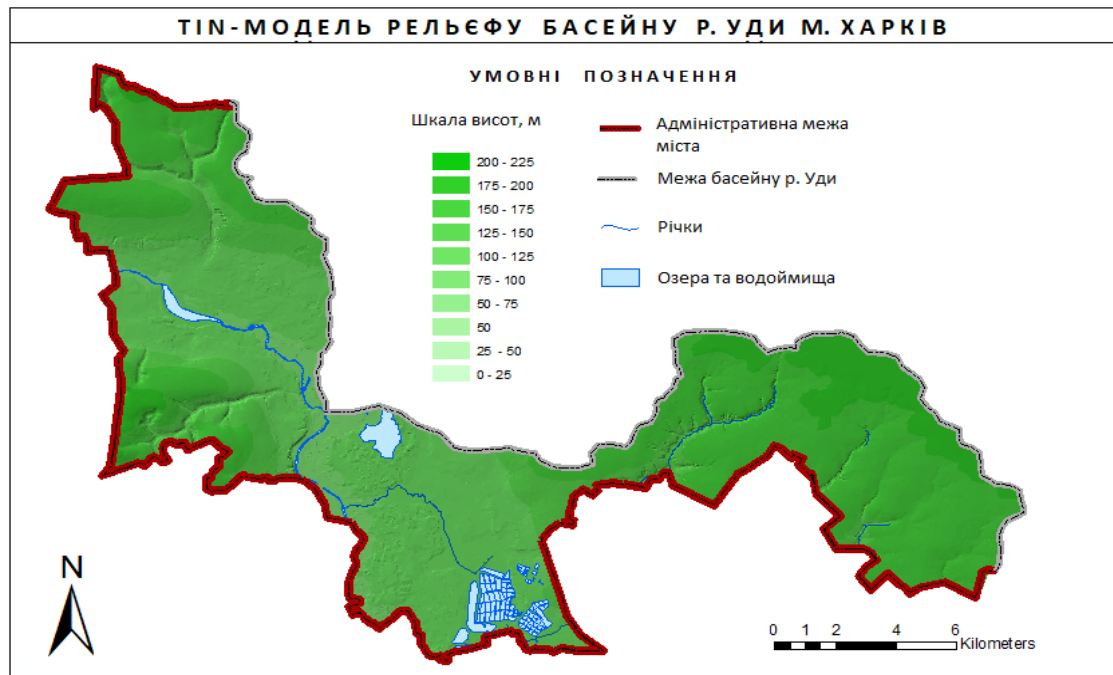


Рис. 2 – TIN-модель рельєфу водозбірного басейну р. Уди в межах м. Харків

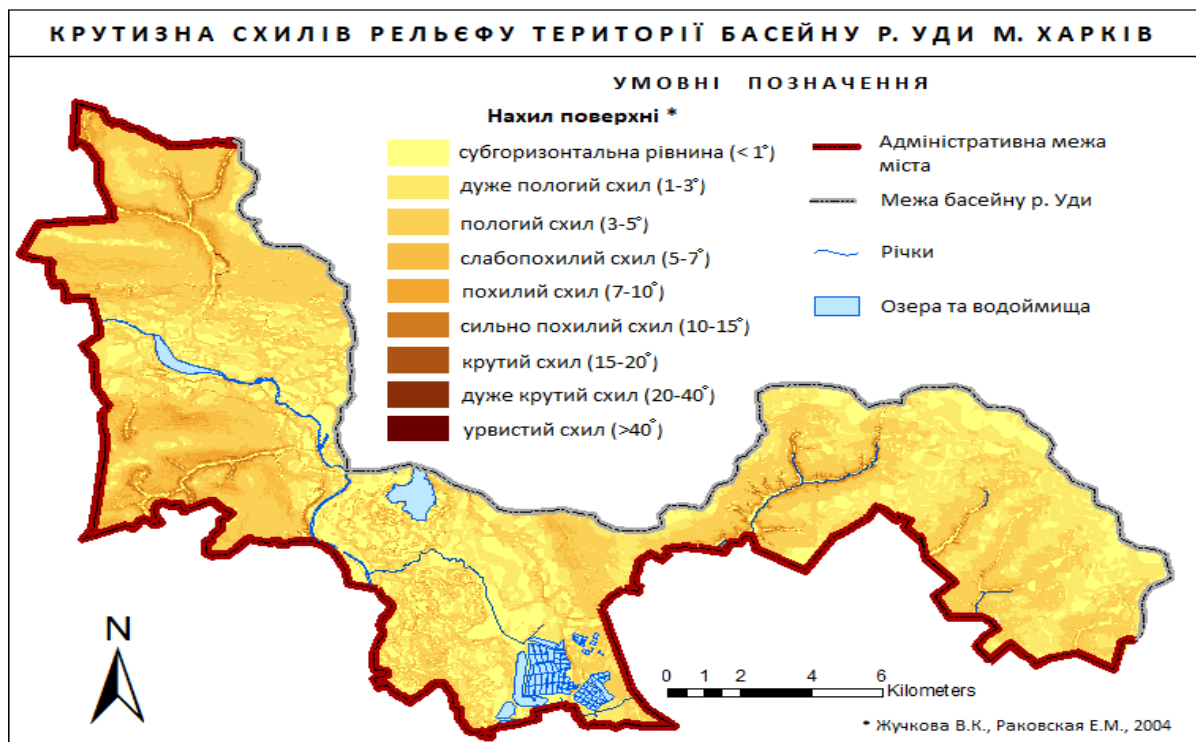


Рис.3 – Крутизна схилів рельєфу території водозбірного басейну р. Уди в межах м. Харків

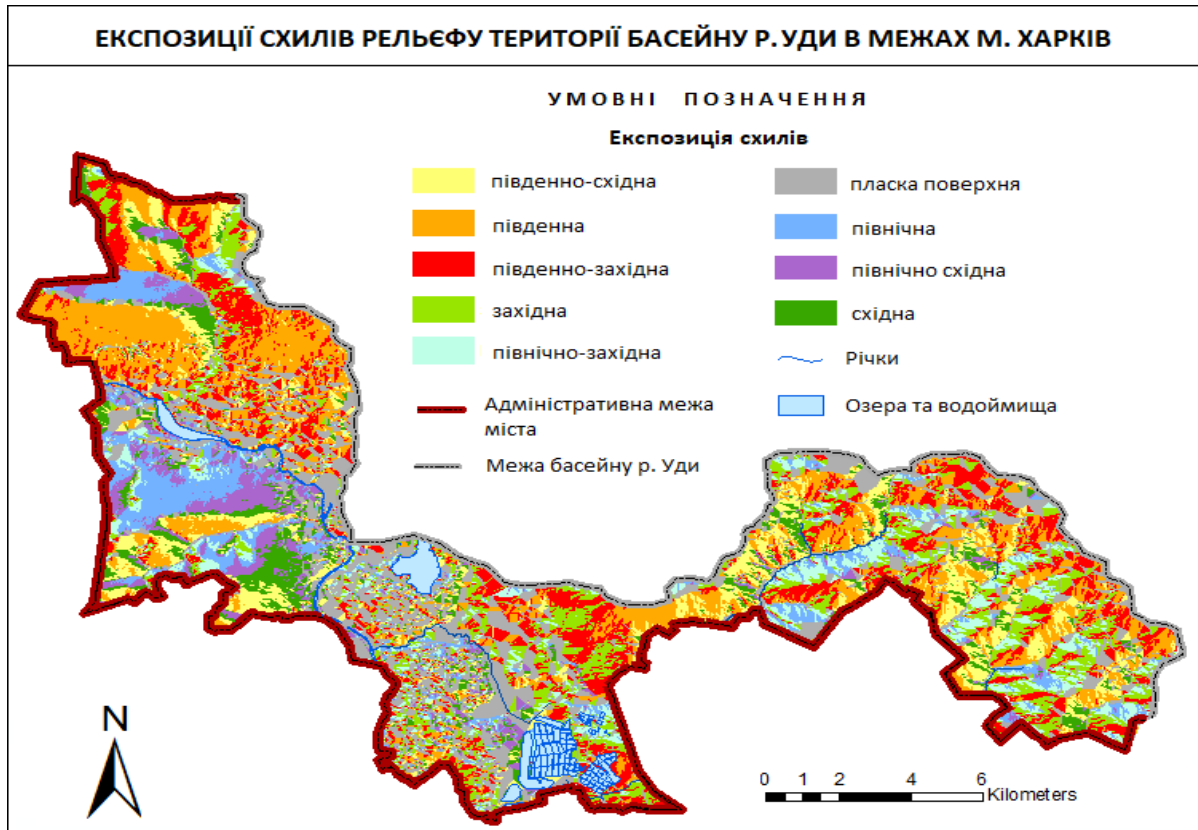


Рис. 4 – Експозиції схилів рельєфу території водозбірного басейну р. Уди в межах м. Харків



Рис. 5 – Басейнова структура ландшафту р. Уди в межах м. Харків



Таблиця 2

Площі підсистем ландшафту водозбірного басейну р. Уди в межах м. Харків

| № | Підсистеми ландшафту водозбірного басейну | Площа, (км <sup>2</sup> ) |
|---|---|---------------------------|
| 1 | Заплавна підсистема                       | 9,83926                   |
| 2 | Надзаплавно-терасова (борова) підсистема  | 24,8754                   |
| 3 | Схилова підсистема                        | 20,3272                   |
| 4 | Вододільно-рівнинна підсистема            | 61,1754                   |
| 5 | Водозбірний басейн                        | 116,21726                 |

інформаційній моделі створені в географічній системі координат WGS 1984 (World Geodetic System) у проекції UTM (Universal Transverse Mercator) (територія позиціонована у відповідну зону 37N). Загалом, в межах досліджуваної території в ході урбанізаційного процесу історично склалась достатньо складна та строката структура природокористування, представлена землекористуваннями селищного, індустріального, транспортного, захисно-рекреаційного та аграрного функціонального призначення. Задля розрахунку коефіцієнтів ступеню ан-

тропогенної трансформації ландшафту кожному з виявлених типів землекористувань на основі експертної оцінки присвоєно бал глибини перетворення природного ландшафту (табл. 3).

В результаті присвоєння вихідним даним геоінформаційної моделі атрибутивної інформації щодо відповідних балів глибини перетворення різними типами землекористування природного ландшафту території міста отримано картографічний твір (рис.7), що наочно зображує просторову неоднорідність антропогенної трансформації.

Таблиця 3

Експертна бальна оцінка відповідно до типів природокористування території водозбірного басейну р. Уди в межах м. Харків

| №  | Типи природокористування                          | Експертна оцінка, (бали) |
|----|---|--------------------------|
| 1  | Природоохоронні території                         | 1                        |
| 2  | Ліси (міські ліси та лісосмуги)                   | 2                        |
| 3  | Аквальний тип                                     | 2                        |
| 4  | Болота й заболочені землі                         | 3                        |
| 5  | Пустирі   | 3                        |
| 6  | Луки  | 4                        |
| 7  | Сквери та парки, території стаціонарної рекреації | 5                        |
| 8  | Сільськогосподарські угіддя                       | 6                        |
| 9  | Кладовища   | 6                        |
| 10 | Індивідуальний підтип селищної забудови           | 7                        |
| 11 | Капітальний підтип селищної забудови              | 8                        |
| 12 | Транспортний тип                                  | 9                        |
| 13 | Індустріальний тип                                | 10                       |

З метою визначення ступеню трансформації кожного з типів підсистем ландшафту водозбірного басейну здійснено аналіз просторого поширення та обчислення площ виділених в їх межах різних типів землекористування. На основі одержаних даних щодо площ зайнятих різними типами землекористування визначено їх частку від території підсистеми, в межах якої вони розміщені, та розраховано значення коефіцієнту антропогенної трансформації ними.

Детально розглянемо особливості структури землекористування в межах кожної з підсистем ландшафту водозбірного басейну р. Уди в межах м. Харків та встановимо найвагоміші чинники їх трансформації. Дані стосовно структури землекористування, що склалася в межах заплавної підсистеми досліджуваної території представлені у таблиці 4.

Розглянемо поширення площ різних типів землекористування з однаковими ба-

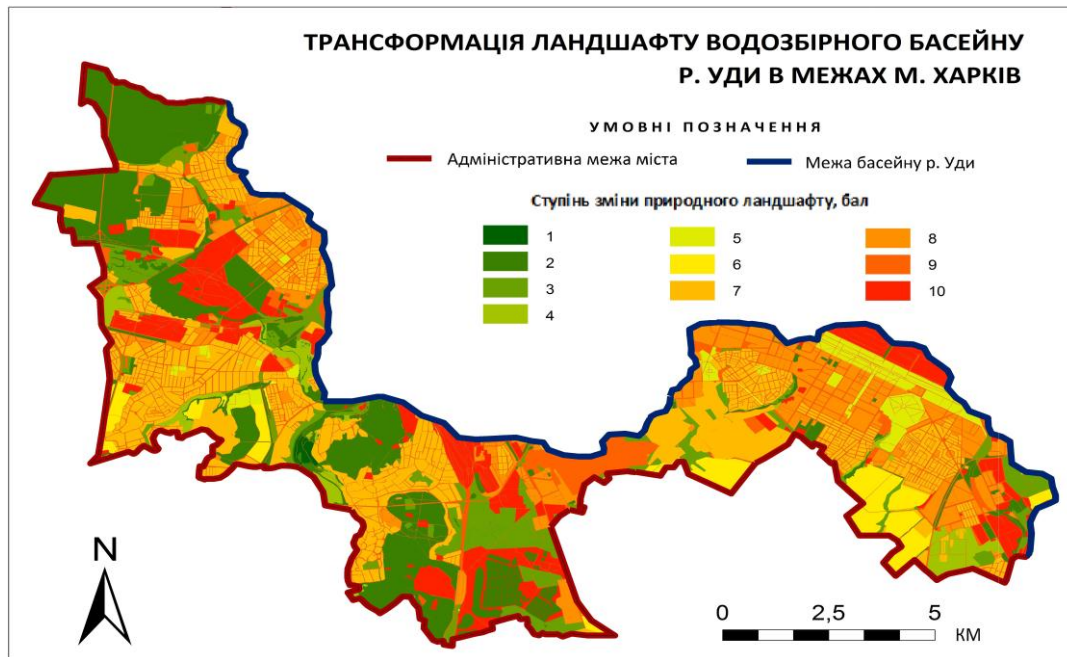


Рис. 7 – Трансформація ландшафту водозбірному басейну р. Уди в межах м. Харків

Таблиця 4

Результати визначення коефіцієнтів антропогенної трансформації заплавної підсистеми водозбірному басейну р. Уди в межах м. Харків

| №  | Типи землекористування                            | Площі, км <sup>2</sup> | Частка | Експертна оцінка, бали | Кан, ум. од |
|----|---|------------------------|--------|------------------------|-------------|
| 1  | Природоохоронні території                         | 0,27                   | 0,03   | 1                      | 0,03        |
| 2  | Ліси (міські ліси та лісосмуги)                   | 2,02                   | 0,2    | 2                      | 0,56        |
| 3  | Аквальний тип                                     | 0,86                   | 0,08   | 2                      |             |
| 4  | Болота й заболочені землі                         | 0,55                   | 0,05   | 3                      | 0,51        |
| 5  | Пустирі   | 1,18                   | 0,12   | 3                      |             |
| 6  | Луки  | 1,25                   | 0,12   | 4                      | 0,49        |
| 7  | Сквери та парки, території стаціонарної рекреації | 0,08                   | 0,01   | 5                      | 0,04        |
| 8  | Кладовища   | 0,01                   | 0,001  | 6                      | 0,01        |
| 9  | Індивідуальний підтип селищної забудови           | 2,03                   | 0,2    | 7                      | 1,39        |
| 10 | Капітальний підтип селищної забудови              | 0,1                    | 0,01   | 8                      | 0,08        |
| 11 | Транспортний тип                                  | 0,66                   | 0,061  | 9                      | 0,58        |
| 12 | Індустріальний тип                                | 1,25                   | 0,12   | 10                     | 1,22        |

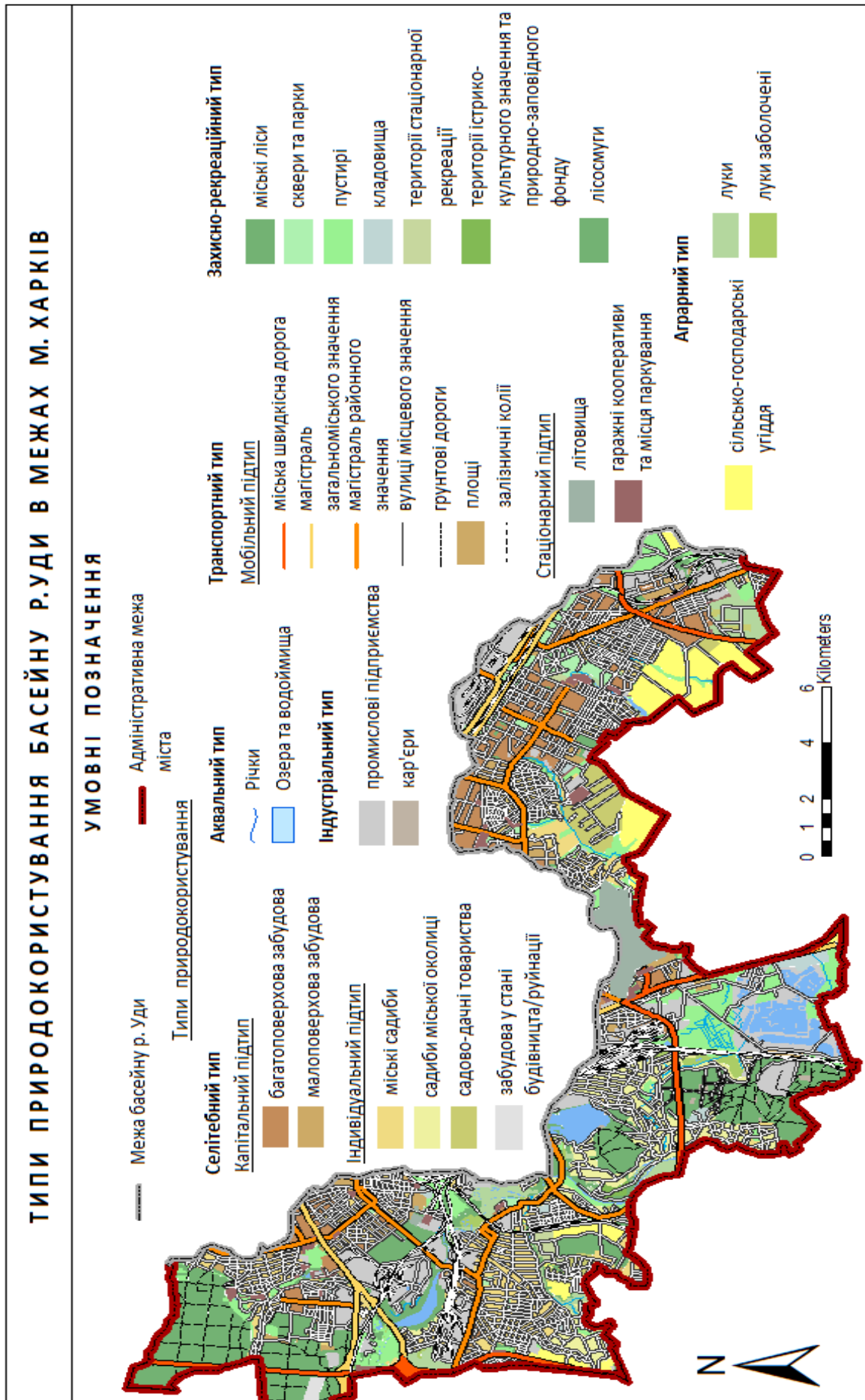


Рис. 6 – Структура природокористування басейну р. Уди в межах м. Харків [9]

лами глибини зміни природного ландшафту в межах заплавної підсистеми. Можемо констатувати, що в межах заплави найбільші площі зайняті територіями міських лісів та санітарно-захисних лісосмуг, які характеризуються незначною глибиною змін природного ландшафту. Також, значного територіального поширення набули землі селищної забудови індивідуального підтипу. Відмітимо, що поширення селищної забудови капітального підтипу натомість є вкрай низькою: на частку багатопверхової забудови припадає 1%. Крім того, найменші площі зайняті скваремами, парками, кладовищами та природоохоронними територіями, значення їх площі в межах заплавної підсистеми – до 1%. Промислові підприємства та інші об'єкти індустріального типу землекористування займають близько 12% від загальної території заплави р. Уди в межах міста.

Аналізуючи результати коефіцієнту антропогенної трансформації ландшафтних комплексів заплавної підсистеми водозбірного басейну, можна побачити, що типами землекористування, які визначають ступінь трансформації є індивідуальний підтип селищної забудови та індустріальний тип. Результати обчислень характеристик територіальної структури землекористування надзаплавно-терасової (борової) підсистеми наведено у таблиці 5.

Співвідношення поширення в межах борової тераси територій із різною глибиною змін природного ландшафту показало, що серед всіх землекористувань найбільшого поширення на території надзаплавно-терасової (борової) підсистеми найбільшим поширеними за територіальним охоптом є такі, яким притаманно 2 бали глибини зміни природного ландшафту (міські ліси та тери-

Таблиця 5

Результати визначення коефіцієнтів антропогенної трансформації надзаплавно-терасової (борової) підсистеми водозбірного басейну р. Уди в межах м. Харків

| №  | Типи землекористування                  | Площі, (км <sup>2</sup> ) | Частка | Експертна оцінка, (бали) | Кап, ум. од |
|----|---|---------------------------|--------|--------------------------|-------------|
| 1  | Природоохоронні території               | 0,55                      | 0,02   | 1                        | 0,01        |
| 2  | Ліси (міські ліси та лісосмуги)         | 7,41                      | 0,27   | 2                        | 0,71        |
| 3  | Аквальний тип                           | 2,38                      | 0,09   | 2                        |             |
| 4  | Болота й заболочені землі               | 0,14                      | 0,01   | 3                        | 0,29        |
| 5  | Пустирі                                 | 2,52                      | 0,09   | 3                        |             |
| 6  | Луки                                    | 0,4                       | 0,01   | 4                        | 0,06        |
| 7  | Сільсько-господарські угіддя            | 0,01                      | 0,0004 | 6                        | 0,07        |
| 8  | Кладовища                               | 0,3                       | 0,01   | 6                        |             |
| 9  | Індивідуальний підтип селищної забудови | 4,97                      | 0,183  | 7                        | 1,26        |
| 10 | Капітальний підтип селищної забудови    | 0,44                      | 0,02   | 8                        | 0,13        |
| 11 | Транспортний тип                        | 1,44                      | 0,05   | 9                        | 0,47        |
| 12 | Індустріальний тип                      | 7,02                      | 0,25   | 10                       | 2,55        |

торії, зайняті під водними об'єктами). Другими за поширенням є території індустріальних землекористувань.

Найменшу площу борової підсистеми займають сільсько-господарські угіддя та кладовища, яким присвоєно 6-ий бал експертної оцінки. Щодо внеску окремих типів землекористувань у формування загального рівня трансформації територій борової тераси, то найбільші значення даного коефіцієнту притаманні індустріальному типу та селищній забудові індивідуального підтипу.

У таблиці 6 містяться дані щодо структури землекористування та трансформації схилової підсистеми водозбірного басейну р. Уди в межах м. Харків.

Встановлено, що на території схилової підсистеми ландшафту водозбірного басейну практично половину усієї площі підсистеми займає індивідуальний підтип селищної забудови, якому відповідає високий бал глибини змін природних ландшафтів (7 балів). Загалом же більша частина території даної підсистеми зайнята типами природокористування глибина змін природного ландшафту яких становить від 6 балів до 10 балів. Для вододільно-рівнинної підсистеми водозбірного басейну р. Уди в межах м. Харків притаманні наступні показники площ різних видів землекористування та відповідних ним значень коефіцієнтів антропогенної трансформації (табл. 7).

Таблиця 6

Результати визначення коефіцієнтів антропогенної трансформації схилової підсистеми водозбірного басейну р. Уди в межах м. Харків

| №  | Типи землекористування                            | Площі, (км <sup>2</sup> ) | Частка | Експертна оцінка, (бали) | Кап, ум. од. |
|----|---|---------------------------|--------|--------------------------|--------------|
| 1  | Природоохоронні території                         | 0,3                       | 0,01   | 1                        | 0,01         |
| 2  | Ліси (міські ліси та лісосмуги)                   | 4,25                      | 0,21   | 2                        | 0,43         |
| 3  | Аквальний тип                                     | 0,13                      | 0,01   | 2                        |              |
| 4  | Болота й заболочені землі                         | 0,05                      | 0,002  | 3                        | 0,34         |
| 5  | Пустирі   | 2,2                       | 0,11   | 3                        |              |
| 6  | Луки  | 0,65                      | 0,03   | 4                        | 0,13         |
| 7  | Сквери та парки, території стаціонарної рекреації | 0,42                      | 0,02   | 5                        | 0,1          |
| 8  | Сільськогосподарські угіддя                       | 1,4                       | 0,07   | 6                        | 0,43         |
| 9  | Кладовища   | 0,07                      | 0,003  | 6                        |              |
| 10 | Індивідуальний підтип селищної забудови           | 7,26                      | 0,36   | 7                        | 2,51         |
| 11 | Капітальний підтип селищної забудови              | 0,92                      | 0,05   | 8                        | 0,36         |
| 12 | Транспортний тип                                  | 1,57                      | 0,08   | 9                        | 0,7          |
| 13 | Індустріальний тип                                | 1,05                      | 0,05   | 10                       | 0,52         |

Таблиця 7

Результати визначення коефіцієнтів антропогенної трансформації вододільно-рівнинної підсистеми водозбірного басейну р. Уди в межах м. Харків

| №  | Типи землекористування                            | Площі, (км <sup>2</sup> ) | Частка | Експертна оцінка, (бали) | Кап, ум. од. |
|----|---|---------------------------|--------|--------------------------|--------------|
| 1  | Природоохоронні території                         | 0,39                      | 0,01   | 1                        | 0,01         |
| 2  | Ліси (міські ліси та лісосмуги)                   | 8,13                      | 0,14   | 2                        | 0,29         |
| 3  | Аквальний тип                                     | 0,35                      | 0,01   | 2                        |              |
| 4  | Болота й заболочені землі                         | 0,05                      | 0,001  | 3                        | 0,19         |
| 5  | Пустирі   | 3,56                      | 0,06   | 3                        |              |
| 6  | Луки  | 1,19                      | 0,02   | 4                        | 0,08         |
| 7  | Сквери та парки, території стаціонарної рекреації | 3,51                      | 0,06   | 5                        | 0,3          |
| 8  | Сільськогосподарські угіддя                       | 4,06                      | 0,07   | 6                        | 0,46         |
| 9  | Кладовища   | 0,40                      | 0,01   | 6                        |              |
| 10 | Індивідуальний підтип селищної забудови           | 13,30                     | 0,23   | 7                        | 1,6          |
| 11 | Капітальний підтип селищної забудови              | 10,41                     | 0,18   | 8                        | 1,43         |
| 12 | Транспортний тип                                  | 6,37                      | 0,11   | 9                        | 0,99         |
| 13 | Індустріальний тип                                | 6,42                      | 0,11   | 10                       | 1,1          |

З даних, наведених у таблиці 7 видно, що найбільші площі в межах території даної підсистеми займають землекористування індивідуальної та капітальної селищної забудови, міських лісів, транспортної інфраструктури та промислових підприємств. Більшість із наведених типів землекористувань характеризуються високими значен-

нями експертних балів перетвореності природного ландшафту.

Оскільки, найбільша частка території вододільно-рівнинної території зайнята територіям з високими балами глибини змін природних ландшафтів, це зумовило значно вищий рівень показників антропогенної трансформації її ландшафтів., ніж у попере-

дніх підсистем водозбірною басейну. У таблиці 8 наведено результати підрахунку загальних коефіцієнтів антропогенної трансформації кожного з досліджуваних типів підсистем водозбірною басейну р. Уди в межах м. Харків та встановлено відповідний значенню цього показника ступінь ан-

тропогенної трансформації. Відмітимо, що для всіх підсистем водозбірною басейну характерна наступна ситуація щодо територіальної структури землекористування: найменші площі зайняті природоохоронними територіями, а найбільші – індивідуаль-

Таблиця 8

**Коефіцієнти та ступені антропогенної трансформації підсистем водозбірною басейну р. Уди в межах м. Харків**

| № | Підсистеми ландшафту водозбірною басейну  | Частка території, (%) | Кап, ум. од | Ступінь антропогенної трансформації, ум.од. |
|---|---|-----------------------|-------------|---|
| 1 | Заплавна підсистема                       | 8,47                  | 4,91        | Трансформовані ландшафти                    |
| 2 | Надзаплавно-терасова (боровна) підсистема | 21,4                  | 5,55        | Середньотрансформовані ландшафти            |
| 3 | Схилова підсистема                        | 17,49                 | 5,53        | Середньотрансформовані ландшафти            |
| 4 | Вододільно-рівнинна підсистема            | 52,64                 | 6,45        | Сильнотрансформовані ландшафти              |

ним підтипом селищної забудови та лісами в межах міста.

Таким чином підсумуємо, що у результаті обчислення коефіцієнтів антропогенної трансформації кожної з підсистем водозбірною басейну р. Уди в межах м. Харків встановлено, що вододільно-рівнинна підсистема має найбільший ступінь трансформації ландшафтів (сильна трансформація). Території ландшафтних комплексів надзаплавно-терасової (боровної) та схилової підсистем визначаються як середньотрансформовані, з досить близькими значеннями коефіцієнту антропогенної трансформації – 5,55 та 5,53 умовних одиниць відповідно. Найменший ступінь перетвореності притаманний території заплавної підсистеми водозбірною басейну.

Не зважаючи на те, що ландшафтні комплекси заплавної підсистеми характеризуються найменшим ступенем трансформації, вони в екологічному відношенні є найбільш чутливими до впливу понад нормованого рівня антропогенного навантаження. То ж, саме ландшафтні комплекси заплавної підсистеми стали об'єктом для розробки системи заходів щодо нормування антропогенного навантаження та рекомендацій сто-

совно стратегічного планування використання її територій. Значна частина заплавної підсистеми перебуває у особливому режимі нормування здійснення різних видів господарської діяльності – їй надано статусу водоохоронної зони [8].

Відповідно до результатів проведеного дослідження запропоновано здійснити зонування території водоохоронної зони р. Уди в межах м. Харків на основі даних стосовно глибини зміни природного ландшафту. Результатом є одержання картографічного твору (рис.8).

Для кожної із виділених зон, а саме для зони реабілітації, зони охорони, зони збереження існуючої структури землекористування та зони розвитку надані рекомендації стосовно нормування рівня антропогенного навантаження та здійснення господарської діяльності в межах існуючих типів землекористувань, що містяться у таблиці 9. Нормування рівнів антропогенного навантаження та раціональне планування містобудівної діяльності, що враховує особливості трансформації підсистем водозбірних басейнів, що знаходяться в їх межах має стати одним із гарантів забезпечення їх екологічної сталості.

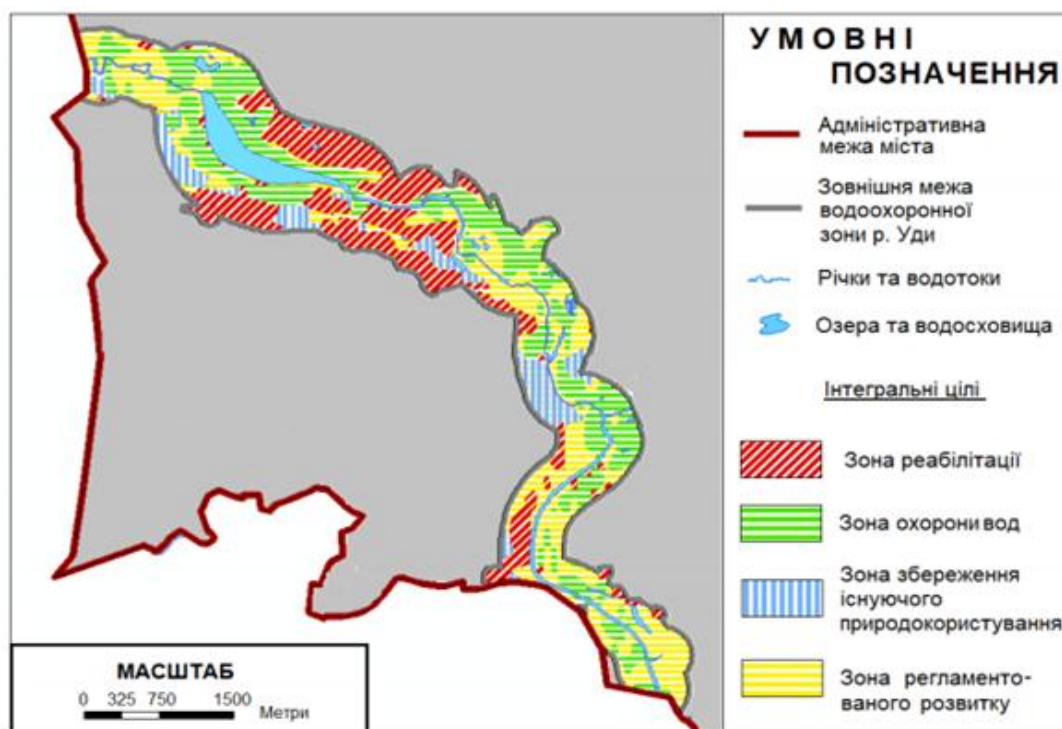


Рис. 8 – Зонування території водоохоронної зони р. Уди в межах м. Харків за напрямками нормування антропогенного навантаження [8]

Таблиця 9

Характеристика зонування території водоохоронної зони р. Уди в межах м. Харків за напрямками нормування антропогенного навантаження [8]

| Зона              | Території, що увійшли до складу зони  | Рекомендації   |
|-------------------|---|--|
| Зона реабілітації | Промислові підприємства, багатоповерхова селищна забудова                                     | - обмеження промислової діяльності;<br>- нагляд за додержанням дозволів та лімітів на природокористування;<br>- зменшення навантаження на ландшафти зони.        |
| Зона охорони      | Території з високим водоохоронним потенціалом та незначною глибиною змін природного ландшафту | - охорона та збереження екологічних функцій ландшафтних комплексів даних територій як таких, що виконують водоохоронну функцію.                                  |
| Зона розвитку     | Території під пустирями   | - реконструкція території під велодоріжки;<br>- створення скверів та парків;<br>- засадження території деревною та чагарниковою рослинністю.                     |
| Зона збереження   | Території зайняті садовими ділянками та індивідуальною селищною забудовою                     | - дотримання наявного на даний момент режиму природокористування з обмеженням створення промислових комплексів;<br>- контроль за внесенням добрив та пестицидів. |

### Висновки

Для забезпечення стійкості басейнової структури ландшафту необхідна підтримка балансу між екологічними та суспільними

функціями ландшафту та зупинка можливого повноцінного заміщення однієї функції на іншу. Здійснена на основі геоінформа-

ційного моделювання рельєфу ландшафтна диференціація, дозволила виявити просторову конфігурацію підсистем досліджуваної території та визначити їх площі. Найбільша площа водозбірною підсистемою та становить 52,64% від загальної площі досліджуваної території. Надзаплавно-терасова (борова) підсистема становить 21,4% площі, схилова – 17,49%, а заплавна підсистема характеризується найменшою часткою водозбірною підсистемою р. Уди в межах м. Харків та становить лише 8,47% площі. В результаті обчислення коефіцієнтів трансформації типів землекористування та їх сумачі в межах кожної з підсистем встановлено, що найбільший ступінь трансформації ландшафтів (сильнотрансформований) з коефіцієнтом трансформації 6,45 ум.од. має

вододільно-рівнинна підсистема. Середнім ступенем трансформації (середньотрансформовані ландшафти) характеризується надзаплавно-терасова та схилова підсистеми з майже однаковими значеннями коефіцієнту – 5,55 ум.од та 5,53 ум.од відповідно. Найнижчий показник коефіцієнту антропогенної трансформації в межах водозбірною басейну має заплавна підсистема зі значенням коефіцієнту – 4,91 ум.од. та ступенем перетвореності – трансформовані ландшафти.

Для території заплавної підсистеми водозбірною басейну р. Уди межах м. Харків, що обмежена територією водоохоронної зони р. Уди здійснено зонування території за напрямками нормування антропогенного навантаження на ландшафт водозбірною басейну, для кожної з зон запропоновано рекомендовані екологічні заходи.

### Література

1. Андреев Д. Н. Методика комплексной диагностики антропогенной трансформации особо охраняемых природных территорий. *Географический вестник. Физическая география и геоморфология*. 2012. №4. С. 4–10.
2. Гродзинський М. Д. Ландшафтна екологія: підручник. Київ : Знання, 2014. 550 с.
3. ДНВП "Геоінформ України". Державна геологічна карта України. 1998. URL : <http://geoinf.kiev.ua/wp/kartograma.htm>.
4. Іванов С. А., Ковальчук І. П. Антропогенізація ландшафтів : підходи, діагностування, моделювання. *Науковий вісник Чернівецького університету*. 2012. №612. С. 54–59.
5. Каганский В. Л. Культурный ландшафт : Основные концепции в российской географии. *Обсерватория культуры: журнал-обозрение*. 2009. №1. С. 62–70.
6. Каленська О., Сакаль О. Агроландшафти: поняття, суб'єкти і фактори трансформації. *Економіка природокористування*. 2015. №3. С. 26–29.
7. Карпенко Н. П. Оценка геоэкологической ситуации речных бассейнов на основе атрибутивных показателей и обобщенных геоэкологических рисков. *Природообустройство*. 2018. №2. С. 15–22.
8. Клещ А. А., Самойлова Ю. В. Організація водоохоронних зон в містах України : методичні проблеми та шляхи їх вирішення засобами ландшафтно-екологічного планування. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2019. № 31. С. 26–39.
9. Клещ А. А., Максименко Н. В., Пономаренко П. Р. Територіальна структура природокористування міста Харків. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2017. №1–2. С. 23–34.
10. Койнова І. Б. Антропогенна трансформація ландшафтних систем західної частини Волинського Полісся : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук : 11.00.11. Львів, 1999. 23 с.
11. Колбовский Е. Ю. Ландшафтное планирование : учеб. пособие. Москва : Академия, 2008. 336 с.
12. Максименко Н. В., Гоголь О. М. Комплексний ландшафтно-екологічний індекс як підгрунтя для оцінки стану територій. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*. 2016. Вип. 24. С. 61–67.
13. Міхелі С. В. Дослідження антропогенних змін ландшафтів в Україні : концептуальні засади, центри розвитку, результати. *Наукові записки Вінницького педуніверситету. Географія*. 2013. №25. С. 12–19.
14. Петлін В. М. Проблеми теорії та методології антропогенного ландшафтознавства. *Наукові записки Вінницького педуніверситету. Географія*. 2013. №25. С. 20–25.
15. Самойленко В. М., Пласкальний В. В. Концепції ідентифікації міри антропоізації ландшафтів: ретроспектива та перспективи. *Фізична географія та геоморфологія*. 2015. №4. С. 19–38.
16. Самойленко В. М., Пласкальний В. В. Систематизація концепції ідентифікації міри антропогенізації ландшафтів. *Загальні методичні аспекти досліджень. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2016. №1. С. 6–29.



17. Теліш П. Антропогенна трансформація території регіонального ландшафтного парку «Верхньодністровські Бескиди» та шляхи їх зменшення. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2014. № 48. С. 313–321.
18. Хальбаева С. Р. Антропогенная трансформация природных систем Гусиноозерской котловины. *Вестник Бурятского государственного университета*. 2012. №4. С. 72–74.
19. Чир Н. В. Розрахунок ступеня антропогенного навантаження на ландшафти басейнів малих річок (на прикладі річки Вижівка). *Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка*. 2014. №45. С. 301–306.
20. Шищенко П. Г. Принципы и методы ландшафтного анализа в региональном проектировании. Киев : Фитосоцио-центр, 1999. 284 с.

## References

1. Andreev, D. N. (2012). Technique of Complex Diagnostics of Anthropogenic Transformation of Specially Protected Areas. *Geographical Bulletin*, (4), 4-10. (In Russian).
2. Grodzinsky, M. D. (2014). Landscape ecology: a textbook. Kyiv: Znannya. (In Ukrainian).
3. State Scientific-Production Enterprise "Geoinform of Ukraine". State Geological Map of Ukraine. (1998). *Geoinf.kiev.ua*. Retrieved from <http://geoinf.kiev.ua/wp/kartograma.htm> (In Ukrainian).
4. Ivanov, E. A., & Kovalchuk, I. P. (2012). Anthropogenization landscapes: approaches to diagnosing, simulation. *Scientific Bulletin of Chernivtsi University: Geography*, (612-613), 54-59. (In Ukrainian).
5. Kagansky, V. L. (2009). Cultural landscape: Basic concepts in Russian geography. *Observatory of Culture*, (1), 62-70. (In Russian).
6. Kalenska, O., & Sakal, O. (2015). Agricultural landscapes: concepts, actors and factors of transformation. *Economics of nature management*, (3), 26-29. (In Ukrainian).
7. Karpenko, N. P. (2018). Assessment of the geoecological situation of river basins based on attributive indicators and generalized geoecological risks. *Environmental management*, (2), 15-22. (In Russian).
8. Klieshch, A. A., & Samoylova, Yu. V. (2019). Development of water-protection zones in an UA city: methodical problems and ways of their solution through landscape-ecological planning. *Man and environment. Issues of neoecology*, (31), 26-39. (In Ukrainian).
9. Klieshch, A. A., Maksymenko, N. V., & Ponomarenko, P. R. (2017). Territorial structure of the land use of Kharkiv city. *Man and environment. Issues of neoecology*, (1–2), 23-34. (In Ukrainian).
10. Koynova, I. B. (1999). *Anthropogenic transformation of landscape systems of the western part of Volyn Polissya*. (Master's thesis). Ivan Franko Lviv State University, Lviv. (In Ukrainian).
11. Kolbovskyy, E. Yu. (2008). Landscape Planning: a textbook. Moscow : Akademy. (In Russian).
12. Maksymenko, N. V., & Gogol, O. M. (2016). Comprehensive landscape-ecological index as the basis for the areas assessment. *Geographical Education and Cartography*, (24), 61-67. (In Ukrainian).
13. Mikheli, S. V. (2013). Investigation of Anthropogenic Landscape Changes in Ukraine: Conceptual Foundations, Development Centers, Results. *Scientific Notes: Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University. Series: Geography*, (25), 12-19. (In Ukrainian).
14. Petlin, V. M. (2013). Problems of theory and methodology of anthropogenic landscape science. *Scientific Notes: Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University. Series: Geography*, 25, 20-25. (In Ukrainian).
15. Samoilenko, V. M., & Plaskalny, V. V. (2015). Concepts for identifying the extent of anthropization of landscapes: a retrospective and perspectives. *Physical Geography and Geomorphology*, 4, 19-38. (In Ukrainian).
16. Samoilenko, V. M., & Plaskalny, V. V. (2016). Systematization of the concept of identification of the degree of anthropogenisation of landscapes. *General methodological aspects of research. Hydrology, hydrochemistry and hydroecology*, (1), 6-29. (In Ukrainian).
17. Telish, P. (2014). Anthropogenic transformation of the territory of the Verkhnodnistrovsky Beskids Regional Landscape Park and ways to reduce them. *Visnyk of The Lviv University. Series Geography*, (48), 313-321. (In Ukrainian).
18. Khalbaeva, S. R. (2012). Anthropogenic transformation of the natural systems of the Gusinozerskaya hollow. *BSU bulletin. Biology, geography*, (4), 72-74. (In Russian).
19. Chyr, N. V. (2014). Calculation of the degree of anthropogenic load on landscapes of small river basins (on the example of the Vyzhivka river). *Collection of Scientific Papers of the Military Institute*, 45, 301-306. (In Ukrainian).
20. Shishchenko, P. H. (1999). Principles and methods of landscape analysis in regional planning. Kiev : Fitosotsio-tsentr. (In Russian).

Надійшла до редколегії 17.10.2019

Прийнята 20.12.2019