3. Свідзінська Д. В. Освітній потенціал Відкритих ГІС (на прикладі Відкритої настільної ГІС SAGA) / Д. В. Свідзінська // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия: География. — 2011. — Т.24(63). — №2, ч.2. — С.99-103.

4. Свідзінська Д. В. Виділення морфодинамічних мікрогеохор із застосуванням нечіткого кластерного аналізу / Д. В. Свідзінська // Український географічний журнал. — 2012. — № 3. — С. 34-41.

5. Свідзінська Д. В. Методи геоекологічних досліджень: методичні рекомендації до проведення лекційних і практичних занять / Д. В. Свідзінська. — К.: Логос, 2013. — 28 с. [Електронний ресурс] — Режим доступу: http://www.geo.univ.kiev.ua/files/svidzinska_2013_methods_of_geoecological_research.pdf — 10.03.2013.

6. Свидзинская Д. Открытая настольная ГИС SAGA — общая характеристика / GIS-Lab и авторы, 2012. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://gis-lab.info/qa/saga-intro.html — 10.03.2013.

7. Черлінка В. Р. Особливості та актуальність використання системи підтримки аналізу географічних ресурсів (GRASS) / В. Р. Черлінка, Ю. М. Дмитрук // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия: География. — 2011. — Т.24(63). — №2, ч.2. — С. 3-7.

8. Mitasova H. Building open source geospatial education at research universities: where we are and what is holding us back / H. Mitasova, M. Landa, M. Shukunobe // Open Source Geospatial Research & Education Symposium. [Eds. Ertz O., Joost S., Tonini M.] — 2012. — P. 40-47.

9. Moreno-Sanchez R. Free and Open Source Software for Geospatial Applications (FOSS4G): A Mature Alternative in the Geospatial Technologies Arena / R. Moreno-Sanchez // Transactions in GIS. — 2012. — 16(2). — P. 81-88.

10. Planchon O. A fast, simple and versatile algorithm to fill the depressions of digital elevation models / O. Planchon, F. Darboux // Catena. — 2002. — Vol. 46(2-3). — P. 159-176.

11. Selige T. Processing of SRTM X-SAR data to correct interferometric elevation models for land surface process applications / T. Selige, J. Böhner, A. Ringeler // SAGA — Analysis and Modelling Applications. Göttinger Geographische Abhandlungen. — 2006. — Vol. 115. — P. 97-104.

12. Steiniger S. The 2012 free and open source GIS software map — A guide to facilitate research, development, and adoption / S. Steiniger, A.J.S. Hunter // Computers, environment and urban systems. — 2012. [Електронний ресурс] — Режим доступу: ftp://ftp.heanet.ie/disk1/sourceforge/m/me/mentaer.u/pubs/fosgismap_sstein_v9_web.pdf.

13. Svidzinska D. Mapping of landscape spatial dynamics patterns by the fuzzy clustering analysis / D. Svidzinska // The Problems of Landscape Ecology. — 2011. — vol. XXX. — P. 77-86.

14. Vosselman G. Slope based filtering of laser altimetry data / G. Vosselman // IAPRS Proceedings. — 2000. — Vol. XXXIII. — P. 935-942.

УДК 911.52 : 528.94

О. І. Сінна

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

ГІС-АНАЛІЗ АНТРОПОГЕННОЇ ПЕРЕТВОРЕНОСТІ ЛАНДШАФТІВ ЗМІЇВСЬКОГО РАЙОНУ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Представлена загальна послідовність визначення антропогенної перетвореності ландшафтів із застосуванням геоінформаційних технологій. Запропоновані підходи апробовано на рівні адміністративного району — на прикладі ландшафтів Зміївського району Харківської області; представлено відповідні результати розрахунків та карти. Передбачається використання результатів у подальших ландшафтно-екологічних дослідженнях території.

Ключові слова: антропогенна перетвореність ландшафтів, ГІС-аналіз, структура землекористування, ландшафтно-екологічне картографування.

O. I. Sinna

GIS ANALYSIS OF ANTHROPOGENIC LANDSCAPE TRANSFORMATIONS OF ZMIEVSKOY DISTRICT OF KHARKOV REGION

A general sequence of human-induced transformations of landscapes using GIS technologies is given. The proposed approaches have been tested at the level of an administrative district on the example of landscapes of Zmievskoy district in Kharkov region; corresponding calculation results and maps are presented. The results are to be used in future landscape-ecological research of the area.

Keywords: human-induced transformation of landscapes, GIS analysis, the structure of land use, landscape-ecological mapping.

Е. И. Сенная

ГИС-АНАЛИЗ АНТРОПОГЕННОЙ ПРЕОБРАЗОВАННОСТИ ЛАНДШАФТОВ ЗМИЕВСКОГО РАЙОНА ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Представлена общая последовательность определения антропогенной преобразованности ландшафтов с применением геоинформационных технологий. Предложенные подходы апробированы на уровне административного района — на примере ландшафтов Змиевского района Харьковской области; представлены соответствующие результаты расчётов и карты. Предполагается использование результатов в дальнейших ландшафтно-экологических исследованиях территории.

Ключевые слова: антропогенная преобразованность ландшафтов, ГИС-анализ, структура землепользования, ландшафтно-экологическое картографирование.

© О. І. Сінна, 2013

Вступ, вихідні передумови. Процес перетворення людиною та її діяльністю первинного природного середовища у сучасному світі є постійним і незворотнім. Все більш гостро стоїть проблема гармонізації взаємодії природи й людства, тривають пошуки механізмів створення та підтримки такого простору, який був би оптимальним з точки зору законів природи і для задоволення потреб людського суспільства. Вихідною основою для обґрунтованих дій у цьому напрямі є оцінка сучасного стану ландшафтів та їх антропогенної перетвореності.

Кількісні методи оцінки антропогенних змін ландшафтів, на основі аналізу співвідношення природних та антропогенних елементів, структури земельних угідь, викладені у роботах А. Г. Ісаченка, Ф. М. Мількова, М. Д. Гродзинського, П. Г. Шищенка та інших науковців. За тематикою досліджень цього напряму в Україні у 80-х роках укладена карта антропогенної перетвореності ландшафтів національного рівня [8]. Згодом запропонована методика набула популярності для застосування на регіональному рівні, зокрема для територіального аналізу антропогенної перетвореності природного середовища окремих областей, із використанням офіційних статистичних показників та територіальним аналізом розподілу значень за адміністративними районами. Відповідні дослідження проведені для Херсонської [3], Івано-Франківської [2], Волинської [5] та інших областей України.

Формулювання цілей статті, постановка задачі. Враховуючи існуючий досвід національних та регіональних робіт по вивченню антропогенної перетвореності ландшафтів, закономірним етапом продовження розробок у даній галузі вважаємо більш детальні дослідження на рівні адміністративного району, які доцільно здійснити на основі співставлення територіального розподілу земельних угідь та їх відповідності первинним природним ландшафтам, що нині є зміненими. Крім того, сучасне геоінформаційне програмне забезпечення дозволяє автоматизувати операції аналізу на основі формалізованих алгоритмів розрахунків із можливістю подальшого застосування запропонованих моделей для інших територій. Виходячи з цього, **завдання дослідження** полягає у розробці методичних основ ГІС-аналізу антропогенної перетвореності ландшафтів, а **метою статті** є висвітлення досвіду та результатів цих розробок для території Зміївського району Харківської області.

Виклад основного матеріалу. В якості ключової ділянки для здійснення регіональних ландшафтно-екологічних досліджень, складовою частиною яких визначена оцінка антропогенної перетвореності ландшафтів [4; 6] обрано Зміївський район Харківської області. Вибір території дослідження зумовлений низкою причин. У межах Зміївського району представлене порівняно високе природне ландшафтне різноманіття, що пов'язано з геологічним та історичним розвитком, специфічністю гідрографічної мережі та її впливом на ландшафтну структуру. Водночас територія району характеризується значними відмінностями у використанні земель, їх функціональному призначенні. Так, у відносній близькості один від одного розташовані Зміївська теплова електростанція (ТЕС), яка є одним із найбільших забруднювачів атмосферного повітря Харківської області, і національний природний парк «Гомільшанські ліси», найбільша природоохоронна територія області, яка включає ландшафти, що зберегли природну рослинність, зокрема унікальні угруповання дубового лісу з домішками липи, ясеня, клену. У межах району проходить долина р. Сіверський Донець, до якої приурочені найбільш популярні рекреаційні зони Харківської області з відповідною інфраструктурою та попитом. Така функціональна різноманітність у використанні земель породжує сучасну конфліктність природокористування та може викликати загострення екологічної ситуації у перспективі. Оцінка антропогенної перетвореності ландшафтів та просторове визначення відповідних змін дозволить закласти основу оптимізації взаємодії різних видів використання ландшафтів.

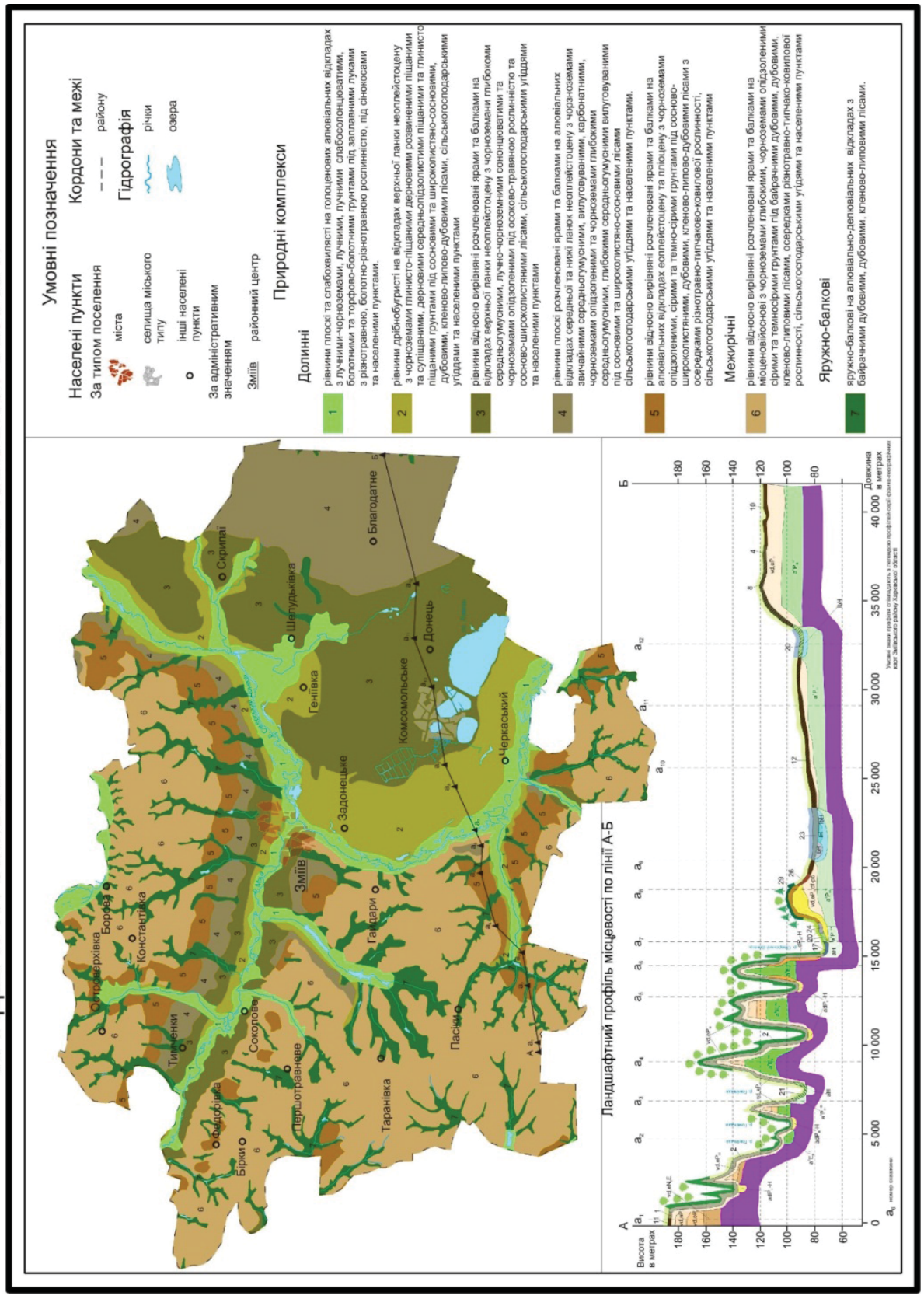
Як свідчить досвід досліджень, антропогенна перетвореність ландшафтів (інші тотожні чи близькі терміни — зміненість, трансформованість, модифікації) — це, перш за все, зміни структури ландшафтів (як горизонтальної, так і вертикальної) під впливом господарської діяльності. Зміна функціональних зв'язків у межах ландшафтів частіше розглядається у дослідженнях антропогенного навантаження на ландшафти.

Одну із найбільш ефективних методик кількісної оцінки антропогенної перетвореності ландшафтів з подальшою якісною інтерпретацією результатів запропонував і апробував у дослідженнях ландшафтів України П.Г. Шищенко (як вдосконалений варіант методичних розробок К. Г. Гофмана [1] — з додатковим врахуванням глибини чи «ваги» кожного виду землекористування у загальній перетвореності ландшафтів) [8, 9]. Відповідно, таку формулу було застосовано для дослідження ландшафтів Зміївського району Харківської області:

$$K_{\text{ап}} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(r_i \cdot P_i \cdot q_i)}{100}, \qquad (1)$$

де $K_{\text{ап}}$ — коефіцієнт антропогенної перетвореності, r_i — ранг антропогенної перетвореності території i-м видом природокористування, P_i — площа рангу, %, q_i — індекс глибини перетвореності території, n — кількість видів природокористування в межах досліджуваної території.

Застосування даної методики для дослідження антропогенної перетвореності ландшафтів Зміївського району здійснювалося в декілька етапів:



1:250 000

Рис. 1. Карта ландшафтів Зміївського району (масштаб зменшено)

1 етап — вивчення ландшафтної структури території, укладання карти природних ландшафтів району; *2 етап* — аналіз структури землекористування та укладання відповідної карти; *3 етап* — визначення схеми розрахунку коефіцієнта антропогенної перетвореності ландшафтів засобами ГІС-аналізу; *4 етап* — визначення антропогенної перетвореності ландшафтів досліджуваної території та оформлення результатів розрахунків у картографічному вигляді. Дослідження здійснене із використанням програмного забезпечення ArcGIS.

На 1-ому етапі було створено геоінформаційні шари даних: рельєф, геологічна основа, ґрунти, рослинність, на основі яких здійснене укладання карти природних ландшафтів (рис. 1). За результатами роботи розроблено серію фізико-географічних карт Зміївського району та обґрунтовано алгоритм геоінформаційного картографування ландшафтів, що детально висвітлювалися раніше [7].

На 2-ому етапі, за офіційними статистичними даними Харківського обласного управління земельних ресурсів та картографічними матеріалами, проведено аналіз структури землекористування, укладено геоінформаційний шар використання земель Зміївського району та розроблено відповідну карту (рис. 2). При цьому до геоінформаційного шару дані внесені у відповідності до класифікації земель, що використовується в обраній методиці визначення антропогенної перетвореності ландшафтів. Крім того, в атрибутивній таблиці шару кожному об'єкту присво-

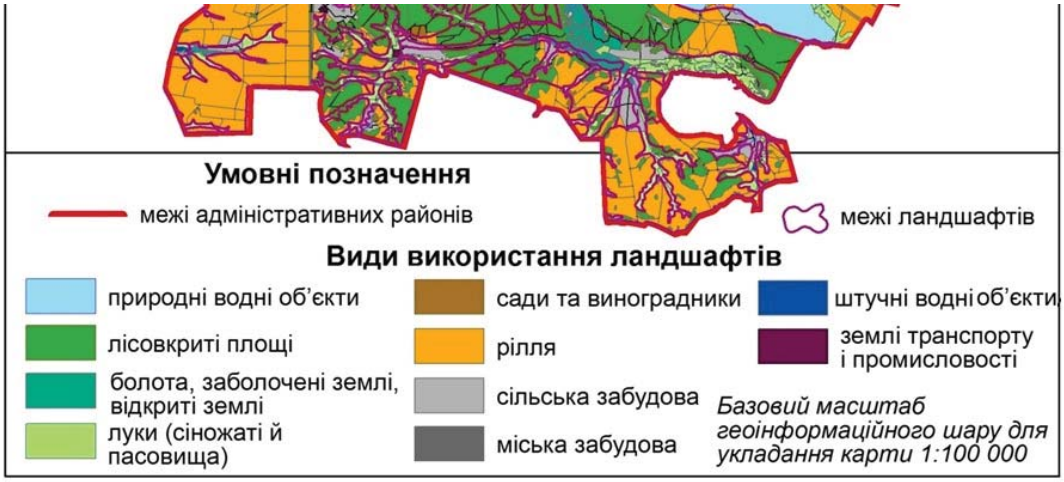


Рис. 2. Фрагмент візуалізації та картографічного оформлення геоінформаційних шарів землекористування і ландшафтної структури території (масштаб зменшено)

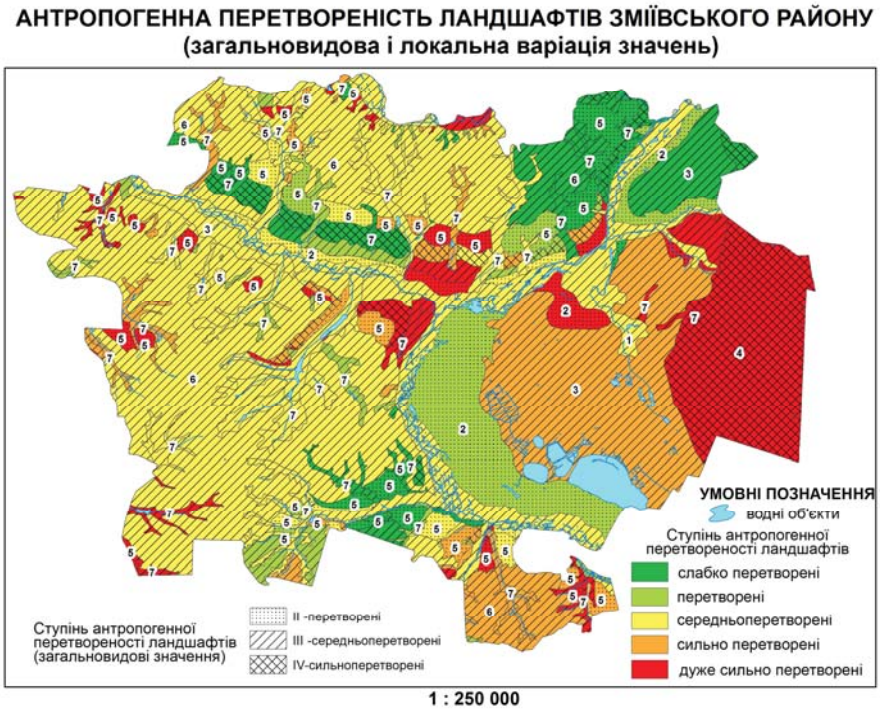


Рис. 3. Карта антропогенної перетвореності ландшафтів Зміївського району (масштаб зменшено)

єні необхідні для подальших розрахунків показники, визначені у методиці [9] — ранги природокористування (r_i) та індекси глибини перетвореності (q_i):

- природні водні об'єкти — 1/1;
- ліси та інші лісовкриті площі — 2/1,05;
- болота, заболочені землі, — 3/1,1;
- луки (сіножаті й пасовища) — 4/1,15;
- сади та виноградники — 5/1,2;
- рілля (орні землі) — 6/1,25;
- сільська забудова — 7/1,3;
- міська забудова — 8/1,35;
- водосховища, канали (штучні водні об'єкти) — 9/1,4;
- землі транспорту та промисловості — 10/1,5.

На подальших етапах дослідження, із використанням аналітичного інструментарію та математичних операторів ГІС, здійснено розрахунок коефіцієнта антропогенної перетвореності ландшафтів за наступною схемою: співставлення геоінформаційних шарів ландшафтів та землекористування із поділом земельних угідь на окремі полігональні об'єкти в межах різних ландшафтів, із збереженням заданих атрибутивних ознак (класифікаційного типу земель, показників r_i і q_i); розрахунок площі кожного виду землекористування в межах окремих видів ландшафтів та визначення відсотку цієї площі у загальній площі ландшафту (показник P_i); визначення кількості видів землекористування в межах окремого ландшафту (показник n); розрахунок коефіцієнта антропогенної перетвореності ландшафтів ($K_{ап}$). На основі проведених розрахунків отримані кількісні та якісні показники антропогенної перетвореності ландшафтів Зміївського району, які збережені у геоінформаційній базі даних та узагальнені в картографічному вигляді (рис. 3).

Висновки і перспективи досліджень. Із застосуванням запропонованої схеми ГІС-аналізу визначено, що середній показник антропогенної перетвореності в межах Зміївського району складає 5,83 (середньо перетворені ландшафти). При цьому лише один вид ландшафту (четвертий згідно рис. 1.) характеризується як сильноперетворений антропогенною діяльністю, що зумовлено переважаючим використанням земельних угідь під міську забудову, ріллю, землі промисловості та транспорту. На нашу думку, подальші наукові пошуки доцільно спрямувати на більш детальне вивчення антропогенних змін у межах окремих ландшафтів, з врахуванням їх морфологічної структури, у тому числі на основі польових досліджень.

Крім того, вплив окремих об'єктів (наприклад, Зміївська ТЕС) не може бути оцінений лише за площею території, яку вони використовують (займають), тобто лише за структурними змінами ландшафтів. Необхідним є врахування порушень функціонального, динамічного та еволюційного режимів території, які можуть бути зумовлені дією техногенних та інших об'єктів. Тому оцінка антропогенної перетвореності ландшафтів визначається нами як вихідна основа для проведення комплексних ландшафтно-екологічних досліджень території у перспективі.

* *Робота виконана за підтримки Фонду фундаментальних, прикладних та пошукових науково-дослідних робіт ХНУ імені В.Н. Каразіна (тема № 40-12/811 Н, № держреєстрації 0112U003023, 2012 р.)*

Рецензент – доктор географічних наук, доцент
В. А. Пересадько

Література:

1. Гофман К. Г. Экономическая оценка природных ресурсов в условиях социалистической экономики / К. Г. Гофман. — М.: Наука, 1977. — 237 с.

2. Дарчук К. В. Регіональні особливості антропогенної перетвореності території Івано-Франківської області. // К. В. Дарчук, М.-Т. М. Атаманюк. — Науковий вісник Чернівецького університету. Вип. 553-554: географія. — Чернівці, 2011. — С. 16-20.

3. Мальчикова Д. Регіональні закономірності перетвореності природного середовища Херсонської області / Д. Мальчикова // Часопис соціально-економічної географії. Випуск № 5. — Харків, 2008. С. 181-187.

4. Пересадько В. А., Сінна О. І. Теоретичні та прикладні аспекти застосування геоінформаційних технологій при розробці ландшафтно-екологічних карт регіонів (на прикладі Харківської області) / В. А. Пересадько, О. І. Сінна // Вісник Харківського національного університету № 824. Серія «Геологія, географія, екологія». Випуск 29. — Харків, 2008. — С. 179-186.

5. Потапова А. Г. Регіональні закономірності перетвореності природних агроландшафтів Волинської області / А. Г. Потапова // Науковий вісник Волинського національного університету ім. Лесі Українки. — Луцьк, 2011. — № 9: геогр. науки. — С. 29—33.

6. Сінна О. І. Ландшафтно-екологічне картографування регіонального рівня: сутність та сучасні напрями / О. І. Сінна // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. — Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2011. — Вип. 14. — С. 96—100.

7. Сінна О. І. Розробка алгоритму картографування ландшафтів засобами ГІС: досвід, проблеми, перспективи / О. І. Сінна, О. І. Шерстюк // Проблеми безперервної географічної освіти та картографії: Збірник наукових праць. — Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2012. — Вип.16. — С. 113—115.

8. Шищенко П. Г. Прикладная физическая география / П. Г. Шищенко. — К.: Вища школа, 1988. — 192 с.

9. Шищенко П. Г. Принципы и методы ландшафтного анализа в региональном проектировании: монография / П. Г. Шищенко — Киев : Фитосоциоцентр, 1999. — 284 с.