

УДК 502.62; 551.4; 504.05; 504.06

Суматохіна І.М.

Аналіз сучасного міжнародного досвіду еколого-геоморфологічних досліджень міст

Виконано аналіз сучасного міжнародного досвіду еколого-геоморфологічного дослідження міст. На основі аналізу наукових публікацій виділено регіональні еколого-геоморфологічні проблеми і пріоритетні напрямки міжнародної урбаністичної геоморфології. **Ключові слова:** урбаністична геоморфологія, геоморфологічний ризик, геокатастрофи.

Суматохина И.Н. Анализ современного международного опыта эколого-геоморфологических исследований городов. Выполнен анализ международного опыта эколого-геоморфологического исследования городов. На основе анализа научных публикаций выделены региональные эколого-геоморфологические проблемы и приоритетные направления международной урбанистической геоморфологии. **Ключевые слова:** урбанистическая геоморфология, геоморфологический риск, геокатастрофы.

Sumatokhina I.N. Analysis of modern international experience of ecology and geomorphology researches of cities. The analysis of international experience of ecology and geomorphology research of cities is executed. The regional ecology and geomorphological problems and priority directions of international urban geomorphology are selected on the basis of analysis of scientific publications. **Key words:** urban geomorphology, geomorphology risk, geohazards.

Постановка проблеми. Інтенсифікація техногенних впливів і нераціональне природокористування на території міст призводить до утворення геоморфологічного ризику, реалізація якого обумовлює кризовий стан природного середовища і створює загрозу безпеці життєдіяльності населення. Тому нагальною є потреба поглиблення теоретичних і методологічних засад еколого-геоморфологічних досліджень міст, що стає більш ефективним з

врахуванням міжнародного досвіду. Завдяки розвитку інформаційних технологій нині є доступними для ознайомлення міжнародні тематичні видання, зокрема *Geomorphology Journal*, *Geographical Journal*, матеріали міжнародних конференцій з геоморфології, а також веб-сайти департаментів географії, геології та екології різних країн світу, організованих з метою надання користувачам різноманітної екологічної інформації, у т.ч. еколого-геоморфологічної, для вирішення науково-практичних завдань.

Метою даного повідомлення є виявлення проблем і пріоритетних напрямків сучасних еколого-геоморфологічних досліджень міст різних регіонів світу на основі аналізу англомовних джерел інформації.

Результати дослідження. Проведений аналіз названих джерел інформації дозволяє визнати інтенсивний розвиток науково-прикладного напрямку геоморфологічних досліджень – урбаністичної геоморфології, або *urban geomorphology* в англомовній літературі.

У різних регіонах світу активного розвитку набувають геоморфологічні дослідження міст у зв'язку із поширенням небезпечних геоморфологічних процесів. Найбільш вагомими результатами в урбанізаційній геоморфології досягнуті у високорозвинених країнах, де цей напрямок розвивається протягом тривалого періоду. Піонерні роботи професора Оксфордського університету Роналда Кука та його колег, присвячені вивченню геоморфологічних катастроф як урбанізованих територій посушливих регіонів, так і окремих мегалополісів (наприклад, Лос Анжелосу), а також ролі геоморфологічних знань у процесі управління навколишнім середовищем, отримали міжнародне визнання з 80-х років минулого століття [2-4]. Увага американських геоморфологів концентрувалася на вивченні схилих процесів як важливого чинника трансформації рельєфу.

Процедури сучасних досліджень небезпечних геоморфологічних процесів зазвичай ґрунтуються на використанні високотехнологічних методів і геотехнічних пристроїв, а також ГІС-технологій, які застосовуються на різних рівнях – глобальному, регіональному, локальному і об'єктовому. Це дозволяє отримати важливу інформацію відносно поточних геоморфологічних ситуацій, прогнозувати можливість їхнього розвитку в екстремальні геоморфологічні події. Звертається особлива увага на поведінку зсувів, карсту та інших процесів у певному міському середовищі, яке постійно змінюється.

Слід відмітити новий науковий проект здійснений департаментом Орегони з геології і мінеральних ресурсів, який орієнтований на попередження геоморфологічного ризику [12]. Регіон міста Орегона став першим, для якого створена і функціонує в інтерактивному режимі геоморфологічна модель, призначена для попередження катастрофічного розвитку активних і унеможливлення відновлення давніх зсувів у межах міської території. Ця модель є першою високотехнологічною цифровою моделлю, що поповнюється від двох супутників новою інформацією кожні 7,5 хвилин.

Новітні геоморфологічні дослідження міст Італії присвячені вивченню спрляву небезпечних ендегенних і екзогенних процесів. Робота Мартіно С., Ніко Г. і Читарелла М. представляє результати кількісного аналізу інтерференційної моделі вихідної інформації, отриманої від Shuttle [10]. Зусилля авторів спрямовані на ідентифікацію додаткових параметрів для визначення в південній Італії областей з різними тектонічними обстановками і поведінкою, що є виключно важливим для забезпечення безпеки життєдіяльності населення.

Італійськими геоморфологами М. Лаззарі, М. Данесе і Н. Мазіні використаний новий інтегральний підхід для оцінювання антропогенно спричиненого геоморфологічного ризику з метою збереження цінних середньовічних пам'яток історико-культурної спадщини із використанням ГІС-технологій [9]. Фактографічна геоморфологічна інформація, що міститься у базах даних ГІС і постійно оновлюється, є основою для аналізу чинників геоморфологічного ризику і управління ним, а також для дослідження взаємозв'язків між розвитком геоморфологічних процесів й імовірністю руйнування або повної втрати історичного середовища.

У багатьох публікаціях розглядаються геоморфологічні процеси європейських міст, розташованих на морському узбережжі. Умови розвитку процесів абразії, ерозій, підтоплення, затоплення детально вивчені на прикладі міст Греції, Нідерландів, Італії та інших. Так, Шкілодімус Г., Лівадітіс Г. та Базрелос Г. виконали дослідження сумісної дії геолого-геоморфологічних умов і господарської діяльності на розвиток небезпечних геоморфологічних процесів на прикладі міст південно-західного узбережжя Аттики [13]. Розташовані на низьких морських терасах міста Гліфа, Волві та інші, характеризуються найвищою уразливістю до гідродинамічних процесів. Ці міста у минулому неодноразово потерпали від катастрофічного розвитку повеней і підтоплення. Для них створені муніципальні ГІС для накопичення і представлення інформації щодо геологічних, геоморфологічних, гідрологічних, гідрогеологічних умов, розробки заходів осушення заболочених земель і лагун, усунення головних причин гідродинамічної небезпеки.

Урбаністична геоморфологія є новітнім напрямком наукових досліджень у країнах, що розвиваються, оскільки на їх території урбанізаційні процеси набувають швидкого поширення. При утворенні міст нових урбанізованих регіонів Африки і Азії геоморфологічні умови рідко бралися до уваги, і тому, багато з них були засновані в областях нестабільних природно-геоморфологічних умов або зонах геоморфологічного ризику [7]. Ці міста характеризуються несприятливими еколого-геоморфологічними умовами, оскільки розташовуються на ділянках заплави, піщаних дюн, надзаплавних терасах, які заболочені, або мають круті нахили. Для ряду міст, які розміщуються у зонах стику літосферних плит або у зонах активних тектонічних розломів, еколого-геоморфологічні проблеми стають ще гострішими внаслідок синергетичних ефектів, пов'язаних із сейсмічним ризиком.

Результати аналізу засвідчують, що геоморфологічними дослідженнями охоплено окремі міста Китаю, Індії, Конго та інших країн. Так, особливості розвитку таких негативних процесів, як обвали, зсуви, селі досліджено на території міста Букаву (Конго) [14]. Визначено, що окрім природної сейсмічності, основними причинами їхньої активізації є техногенні чинники, а саме видобування річкового алювію для будівельних робіт, вирубка лісів, збільшення щільності будівель і споруд на крутих схилах. Для попередження розвитку негативних геоморфологічних процесів створено муніципальну ГІС міста Букаві на основі даних, отриманих від супутника IKONOS. ГІС включає серію базових картографічних моделей для оцінювання геоморфологічного ризику (в англійській літературі – geohazard або natural disasters) із виділенням нестабільних територій і призначена для міського планування.

Серед проаналізованих автором публікацій присвячених китайським

містам на увагу заслуговує робота Д. Ченгтай [5], присвячена впливам урбанізації на зміни і перетворення геоморфологічного середовища міста Чонгкінг. В ній автор пропонує методичний підхід до геоморфологічного аналізу міської території за комплексом кількісних показників із застосуванням математичного і картографічного методів, що дозволяє оцінити рельєф міста для містобудівельних потреб.

Геоморфологічний аспект дослідження міст є надзвичайно важливим для міського планування. Відображення різноманіття геоморфологічних особливостей дає загальне уявлення про різноманіття ландшафтів і, водночас, суттєво полегшує оцінювання ресурсів регіону. Сучасні дослідження відображують можливість використання супутникової інформації у процесі виокремлення головних геоморфологічних елементів в межах індустріальних регіонів. Гуха А., Кумар В. і Леслі А. запропонували методичний підхід до геоморфологічного районування на основі аналізу геологічної структури, літологічного складу гірських порід і геоморфологічних обстановок [6]. Реалізація цього підходу дозволила виділити у межах місті Корба в Індії урбаністичні зони за певними природними особливостями і ступенем деградації природного середовища. Кожна з цих зон характеризується певним потенціалом для специфічних видів міського розвитку і планування.

Управління містами потребує геоморфологічної інформації для вжиття інженерно-технічних методів і міського планування. У роботі А. Гупти і Р. Ахмеда [7] наведено результати досліджень міст з обмеженими еколого-геоморфологічними проблемами і можливістю їхнього вирішення (Сінгапур) і міст, де геоморфологічні ризики (або природні, або антропогенні) такого масштабу і гостроти, що їх практичне попередження дуже важке для досягнення (Кінгстон, Бангкок). Для більшості з цих міст відсутня точна геоморфологічна і геологічна інформація за тривалий період часу, а та частина даних, що є у наявності, потребує переведення у цифровий формат для зручності користувачів.

Зважаючи на те, що еколого-геоморфологічні дослідження міст нових урбанізованих регіонів світу, ще тільки розпочато, для них важливим завданням є отримання і накопичення інформації стосовно еколого-геоморфологічних умов і оцінки геоморфологічного ризику для управління міським розвитком.

Проблеми розвитку урбаністичної геоморфології висвітлюються в монографіях і публікаціях, обговорюються на міжнародних наукових конференціях та симпозіумах [8, 11, 15]. На II Міжнародній конференції з геоморфології (Франкфурт, Німеччина, 1989) в цілях сприяння становленню міжнародної геоморфології була заснована Міжнародна асоціація геоморфологів (IAG/AIG), членом якої є асоціація геоморфологів України. Це наукова, неурядова організація, головним завданням якої є розвиток геоморфології як науки і просування геоморфологічного знання через міжнародну співпрацю. Аналіз матеріалів міжнародних конференцій з геоморфології, проведених IAG/AIG за останні 5 років, засвідчує актуальність науково-прикладного напрямку геоморфологічних досліджень – урбаністичної геоморфології.

На шостій IAG/AIG – Регіональній конференції з геоморфології (Гойана, 2006) особлива увага була зосереджена на міських проблемах, пов'язаних з функціонуванням геоморфологічного середовища. Зокрема на ній розглядалися питання виділення зон геоморфологічного ризику, оптимізації використання земель, управління ними на муніципальному рівні і соціально-екологічні аспекти

геоморфологічного дослідження міст.

Сьома IAG/AIG – Регіональна конференція (Мельбурн, 2009) була присвячена обміну досвідом дослідження техногенних геоморфологічних катастроф на території міст різних країн. У період 2010-2011 років IAG/AIG планує провести регіональні конференції у Парижі та Аддис-Абебі, де розглядатимуться актуальні проблеми урбаністичної геоморфології, зокрема карстової геоморфології, руху мас у геоморфологічному середовищі, геоморфологічного картографування, ризику підтоплення, сейсмічного ризику, відновлення гірничопромислових регіонів.

Міжнародний симпозиум, організований у 2005 році Європейським союзом геофізиків (European Geosciences Union) у рамках програми «Natural Hazards and Earth System Sciences of the EGU General Assembly», був присвячений природним і антропогенним ризикам в карстових областях [8]. На ньому наголошено, що багато ризиків, що впливають на карстове довкілля, можуть повністю розумітися тільки через інтегральний підхід, який є поєднанням знань геоморфології, технічної геології, гідрології, гідрогеології, геофізики, і геохімії. Із-за ряду геологічних і гідрогеологічних особливостей міста, розташовані у карстових областях півдня Італії, Хорватії, Боснії і Герцеговини та інших країн, є урбанізованими геосистемами найуразливішими у світі до природного і/або техногенно зумовленого геоморфологічного ризику. Вони зазнають значних збитків внаслідок розвитку таких явищ, як обвали, селі, ерозія, повені і особливо, карстових процесів. Водночас антропогенні впливи як, наприклад, інтенсивна гірничопромислова діяльність, можуть привести до руйнування або повної втрати карстового рельєфу, у тому числі об'єктів, що мають геологічну і археологічну цінність. Міжнародний досвід є дуже цінним для оптимізації управління карстовими ризиками на території українських міст.

Для вирішення геоморфологічних проблем крупних регіонів розробляються міжнародні проекти, орієнтовані на виконання комплексних досліджень зусиллями відповідних організацій різних країн. Пов'язана із глибинними і зовнішніми процесами топографія континентів і їх країв впливає на суспільство не тільки в результаті повільних горизонтальних змін, але і внаслідок пов'язаних із ними геокатастроф. Коливання рівнів моря зумовлює ризик повені, ерозії і денудації, безпосередньо впливаючи на стан екологічної безпеки міст, розташованих поблизу берегової лінії. Не дивлячись на те, що природні процеси і людська діяльність викликають утворення геокатастроф, вклад відповідних чинників в екологічні зміни не зовсім зрозумілий. Це обумовило необхідність прийняття міжнародного проекту TOPO-EUROPE, який спонсорує мультидисциплінарні дослідження взаємодії ендегенних і екзогенних геоморфологічних процесів, що відбуваються в Європі, в цілях розвитку топографії. Основне завдання проекту – оцінити неотектонічні деформації і кількісно розрахувати пов'язані із ними георизики, зокрема геодинамічні (сейсмічні, обвалів, зсувів), гідродинамічні (повеней, підтоплення), які загрожують безпеці існування мільйонам мешканців Європейського регіону [15].

Сучасною провідною тенденцією наукових досліджень є екологізація стійкого розвитку регіонів різних ієрархічних рівнів [1]. Координатором данного напрямку для міських утворень є Центр ООН по населених пунктах (ООН-Хабітат) Центром постійно проводяться науково-практичні конференції міжнародного рівня з метою виявлення найкращого досвіду практичної діяльності для

подолання проблем міського природокористування, а також видається екологічний журнал, на сторінках якого висвітлюються актуальні екологічні проблеми міст різних регіонів світу, зокрема забезпечення екологічних умов життя населення, міського землекористування, створення «здорових» міст тощо. На наш погляд, одним із важливих для урбанізаційної геоморфології здобутків ООН-Хабітат є обґрунтування комплексу екологічних стандартів та індикаторів міського розвитку, який впроваджується в науково-практичну діяльність на міжнародному рівні. До нього включено показники, які відображають можливість ураження території міст геокатастрофами природного і техногенного походження.

Висновки. Міжнародний досвід в галузі методології і техніки геоморфологічного дослідження є дуже корисним для розвитку вітчизняної урбаністичної геоморфології і кращого розуміння геоморфологічного ризику. Результати його аналізу свідчать про актуальність еколого-геоморфологічного дослідження міст і дозволяють виділити такі пріоритетні напрямки урбаністичної геоморфології:

- визначення комплексу еколого-геоморфологічних проблем у різних регіонах світу та встановлення їх чинників;
- кількісна оцінка геоморфологічного ризику урбанізованих регіонів, розташованих у межах різних геоструктур;
- геоморфологічний аналіз міст із використанням даних моніторингу, математичного моделювання, методів дистанційного спостереження і ГІС-технологій;
- дослідження взаємодії ендегенних процесів і пов'язаних із ними ризиків розвитку небезпечних екзогенних процесів;
- оптимізація містобудівництва шляхом використання процесонебезпечних ділянок;
- зонування міст за рівнем геоморфологічного ризику.

1. Центр ООН по населенным пунктам (Хабітат). Ежегодный доклад. – Пер. с англ. – М., 1996. – 24 с.
2. Cooke R.U. Urban Geomorphology in Drylands /Ronald U. Cooke, Denys Brunsden, John C. Doornkamp, D. K. Jones /The Geographical Journal. – Publisher: Oxford University Press Pub. Date: January 1983. – ISBN-13: 9780198232391. ISBN: 019823239X. – 324 p.
3. Cooke R. U. Geomorphological hazards in Los Angeles /Ronald U. Cooke. – London, Boston, 1984. ISBN-10: 0045510903. – 206 p.
4. Cooke R. U.. Geomorphology in environmental management /Ronald U. Cooke. – Clarendon Press, Oxford University Press, 1990. – ISBN-10: 0198741502. ISBN: 0198741510. – 410 p.
5. Diao Chengtai. An approach to theory and methods of urban geomorphology /Diao Chengtai. – Chinese Geographical Science. – Vol. 6, No. 1, march 1995. – Science Press, co-published with Springer-Verlag GmbH. – ISSN 1002-0063 (Print), 1993-064X (Online). – P. 88-95.
6. Guha A. Satellite-based geomorphological mapping for urban planning and development – a case study for Korba city, Chhattisgarh /Arindam Guha, K. Vinod Kumar, A. Lesslie. – Current science, Vol. 97, No. 12, December 2009. – P. 1760-1765.
7. Gupta A. Geomorphology and the urban tropics: building an interface between research and usage [Електронний ресурс] /Avijit Gupta, Rafi Ahmad. – Geomorphology, Vol. 31, Iss. 1-4, December 1999. /Available online 13 March 2000– P. 133-149. – Режим доступу до журн.: <http://www.sciencedirect.com>.
8. International Association Geomorphologists (IAG/AIG) [Електронний ресурс]. – Режим досту:
9. <http://www.geomorph.org/main.html>.
10. Lazzari M. A new GIS-based integrated approach to analyse the anthropic-geomorphological risk and recover the vernacular architecture [Електронний ресурс] /Maurizio Lazzari, Maria Danese, Nicola Masini /Journal of Cultural Heritage. – Vol. 10, Suppl. 1, December 2009. – P. e104-e111 [Електронний ресурс]. Режим доступу до журн.: <http://www.sciencedirect.com>.

11. Martino C. Quantitative analysis of InSAR digital elevation models for identification of areas with different tectonic activities in southern Italy [Электронный ресурс] /Claudio Martino, Giovanni Nico, Marcello Schiattarella /Earth Surface Processes and Landforms. Research Article. – Vol. 34, Iss. 1. January 2008. – P. 3 – 15. – Режим доступа до журн.: <http://www3.interscience.wiley.com>.
12. Natural and anthropogenic hazards in karst areas (co-listed in GM): Natural Hazards and Earth System Sciences [Электронный ресурс] /European Geosciences Union. – 2005. – Режим доступа: <http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/prefaces/preface23.pdf>.
13. Open-file report O-06-27, map of kfndslide geomorphology of Oregon City, Oregon, and vicinity interpreted from lider imagery and aerial photographs [Электронный ресурс] /by Ian P. Madin and William J. Burns, – Oregon Department of Geology and Mineral Industries, 2006. – Режим доступа: <http://www.naturenw.org/geo-landslides.htm>.
14. Skilodimou H. Investigating the Flooding Events of the Urban Regions of Glyfada and Voula, Attica, Greece: A Contribution to Urban Geomorphology [Электронный ресурс] /Hariklia Skilodimou, George Livaditis, George Bathrellos, Efthimia Verikiou-Papaspiridakou. /Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography. Vol. 85, Iss. 2, December 2002. – P. 197 – 204. – Режим доступа: <http://www3.interscience.wiley.com>.
15. Trefois P. Geomorphology and urban geology of Bukavu (R.D. Congo): interaction between slope instability and human settlement /P. Trefois, J. Moeyersons, J. Lavreau and set. /Geological Society, London, Special Publications; 2007; Vol. 283. – DOI: 10.1144/SP283.6. – p. 65-75.
16. 4-D Topography Evolution in Europe: Uplift, Subsidence and Sea level Change [Электронный ресурс] /ТОПО-EUROPE. – Режим доступа:
17. <http://www.esf.org/activities/eurocores/running-programmes/topo-europe.html>.