

КАРТОГРАФІЯ І АЕРОФОТОЗНІМАННЯ

УДК 528.92

В.М. Шевчук, Х.В. Буриштинська
Національний університет "Львівська політехніка"

МЕТОДИКА МОНІТОРИНГУ РІК НА УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ

© Шевчук В.М., Буриштинська Х.В., 2011

Рассмотрена методика проведения мониторинга русловых смещений рек на урбанизированных территориях. Мониторинг проведен на примере реки Стрый в пределах города и близлежащих сел и охватывает 30-летний период – с 1979 по 2010 гг. Рассмотрены основные причины, вызывающие русловые смещения. Методика мониторинга базируется на использовании данных космической съемки, картографических материалов, в том числе специальных карт – почвенных, геологических и карт четверичных отложений, а также данных инженерно-геодезических работ. Анализ смещений указывает на значительные смещения русла реки, в среднем до 50–60 метров. Для исследований использована геоинформационная система ArcGIS 9.3.

In this paper the technique for monitoring the displacement channel of rivers in urban areas. Monitoring conducted by the example of the river Stryi within the city and nearby villages, covering a 30-year period – from 1979 to 2010. The main causes of riverbed displacement is described. The monitoring methodology is based on usage data from space imaging, cartographic materials, including special maps – the soil and geologic maps of quaternary sediments and, also engineering and surveying data. Analysis of the displacement indicates a significant shift of the riverbed, to an average of 50-60 meters. To study used Geographic Information System ArcGIS 9.3.

Вступ та постановка проблеми. У другій половині XX – на початку XXI століття все більшу роль у збільшенні частоти та руйнівної сили повеней відіграють антропогенні фактори. Серед них насамперед слід назвати знищення лісів (максимальний поверхневий стік зростає на 250–300 %), нераціональне ведення сільського господарства, значний внесок у посилення інтенсивності паводків внесли також поздовжня оранка схилів, переуцільненість поливів при використанні важкої техніки, переполиви в результаті порушення норм зрошення. Приблизно втричі збільшилися середні витрати паводків на урбанізованих територіях у зв'язку зі зростанням водонепроникних покриттів і забудовою заплави рік, видобутком гравійно-піщаних матеріалів з русел, часто в межах населених пунктів. Істотне збільшення максимального стоку пов'язано з господарським освоєнням заплави, які є природними регуляторами стоку. Крім вищезазначеного, слід назвати кілька причин, які безпосередньо призводять до формування катастрофічних паводків та повеней, які завдають величезних збитків населенню та довкіллю: неправильне здійснення протипаводкових заходів, що спричиняють прориви та руйнування дамб, аварійні спрацювання водосховищ та ін; невиконання заходів з інженерного захисту територій на річкових водозборах; недостатня готовність до надзвичайних ситуацій.

Із зростанням чисельності населення, вирубкою лісів і багатьма іншими видами діяльності людини повені, зокрема і руйнівні, стали відбуватися все частіше і частіше. Особливо небезпечні повені там, де висота водної поверхні ріки, загороженої дамбами, перевищує позначки прилеглої місцевості, і при переливі води з дамби затоплюється значна частина території [1, 2, 7].

Вплив урбанізованих територій на ріки проявляється у надмірному водоспоживанні, забрудненні води і зміні її складу, виникненні явища “миттєвого стоку”, зміні рослинного і тваринного світу, скороченні заплавних територій, замуленні рукавів річок і лож водоймищ, утворенні мілководь, створенні штучного підпору, випрямлення рукавів, зміні рівня ґрунтових вод. Такий вплив урбанізації на ріки є здебільшого негативний, тоді як вплив рік на урбанізовані прирічкові території переважно позитивний [3, 28].

Аналіз повеней за останні десятиріччя, проведений у багатьох країнах, показав, що в усьому світі спостерігається тенденція до значного зростання збитків від повеней, викликана нераціональним веденням господарства в долинах річок і посиленням господарського освоєння паводкобезпечних територій, особливо на урбанізованих територіях. Прогнозоване потепління клімату і неминуче зростання подальшого освоєння річкових долин, без сумніву, призведуть до збільшення повторюваності та руйнівної сили паводків. Тому невідкладними завданнями є проведення моніторингу рік, особливо на урбанізованих територіях після проходження катастрофічних повеней і паводків з метою розроблення дієвих заходів щодо запобігання і захисту населення від них, оскільки це зменшить витрати на ліквідацію наслідків від завданих ними лих [21, 27, 29, 30].

Зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Науковці та екологи попереджають про тенденцію почастищення небезпечних паводків та повеней в Україні. Якщо раніше періодичність повеней спостерігалась раз на тридцять років, то тепер – раз на три–чотири роки, а то й частіше. Вирішення вказаної стратегічної проблеми робить її однією з пріоритетних задач у програмі розвитку України у XXI столітті.

Пріоритетним в роботі водогосподарського комплексу був і залишається протипаводковий захист населення та господарських об'єктів. Сучасна протипаводкова система в Україні не є остаточною і потребує подальшого розвитку, тому що багато сільських населених пунктів, значні площі земельних угідь та інші об'єкти щорічно зазнають шкоди від паводкових вод [6, 24].

Державне фінансування протипаводкових робіт здійснюється за рахунок “Комплексної програми захисту сільських населених пунктів і сільськогосподарських угідь від шкідливої дії вод на період 2006–2010 рр. та прогноз до 2020 року”, затвердженої постановою КМУ від 03.07.2006 р. № 901. Крім державного, протипаводкові заходи виконуються за рахунок інших джерел фінансування.

З 2009 р. протипаводкові заходи, крім “Комплексної програми захисту сільських населених пунктів і сільськогосподарських угідь від шкідливої дії вод на період 2006–2010 рр. та прогноз до 2020 р.”, фінансуються відповідно до “Комплексної програми протипаводкового захисту у басейнах рік Дністер, Прут та Серет на період 2009–2015 рр. та на період 2016–2025 рр.”. Наукове обґрунтування “Схеми комплексного протипаводкового захисту басейнів річок Дністер, Прут, Серет” ґрунтується на детальному аналізі генезису, причин та наслідків паводків і повеней на річках Прикарпатського регіону. У ньому вивчено та узагальнено вітчизняний досвід, а також досвід Польщі, Німеччини і Великобританії щодо методів і способів захисту від шкідливої дії вод.

У боротьбі з паводками пропонується комплексне застосування таких заходів: регулювання паводкового стоку за допомогою спеціальних протипаводкових ємностей, польдерів; будівництво регулюючих гідротехнічних споруд (загат, напівзагат), які уповільнюють швидкість руху води на притоках; регулювання русел річок; посилення системи протипаводкових дамб; проведення лісозахисних, протиерозійних і протиселевих заходів у гірській частині тощо. Крім того, розглянуто можливість застосування комплексних протипаводкових ємностей для створення міні- та мікро ГЕС [19, 20].

У контексті екологічної оцінки руслових процесів можна розглядати положення Водної рамкової директиви (ВРД) ЄС, які стосуються оцінки гідроморфологічної якості рік. Концептуально всі ріки згідно з ВРД порівнюють з референційними (природними) умовами їх існування. Залежно від видозмінності русел і заплав, а також характеристик потоку визначають клас гідроморфологічної якості, а саме: чим більше антропогенних змін порівняно з природними умовами, тим гірший клас. Покращення класу гідроморфологічної якості рік є суттю управління в басейні річки взагалі і русловими процесами зокрема. Для річок України вказана оцінка лише починає впроваджуватись.

Аналіз досліджень та публікацій, присвячених вирішенню цієї проблеми. Гідрометеорологічні явища доволі активно вивчали в кінці 50-х – середині 60-х, а також в 70-х роках ХХ століття. За період незалежності України у зв'язку з браком коштів наукові гідрологічні дослідження було зведено до мінімуму. Глобальні зміни клімату та антропогенні чинники призвели до зміни гідрологічного режиму річок Карпатського регіону, зокрема Верхнього Прута, Дністра та Тиси. Гідроекологічні спостереження у цьому регіоні проводяться Дністровсько-Прутським басейновим управлінням водних ресурсів та обласними управліннями охорони навколишнього природного середовища, але ці спостереження є неповними і спорадичними.

Проблемами екології водного господарства, деградації малих річок, раціонального природо-користування та підтоплення земель в Україні займається інженер-гідротехнік, учений-еколог, засновник нового напрямку в українській науці – водогосподарської екології, директор Українського науково-дослідного інституту водогосподарсько-екологічних проблем, академік Української академії аграрних наук, доктор технічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України А.В. Яцик. Він розробив наукові основи екологічно безпечного водокористування, відновлення природно-екологічної рівноваги у водних і навколоводних екологічних системах України, що сприятиме створенню передумов для природного, а не техногенного розвитку нації, збереження її здорового генофонду. Практична значимість його розробок полягає в тому, що вперше у вітчизняній практиці виконано теоретичне обґрунтування для вирішення державної проблеми формування стратегії нормування антропогенного навантаження на водні та навколоводні екосистеми [4].

Сьогодні вирішення гідроекологічних завдань, зокрема моніторингу руслових та ерозійних процесів, розрахунку та прогнозу стоку, оцінювання водних ресурсів та забруднених територій, визначення основних гідрографічних і морфометричних характеристик річок та їх басейнів традиційними методами, що ґрунтуються на даних натурних спостережень, є проблематичним. Сучасні пріоритети та напрямки гідроекологічних досліджень річкових басейнів окреслені у статті Л.О. Горбачової [5].

Умови формування потужних паводків та повеней на річках північно-східного і південно-західного схилу Карпат, а також екологічні аспекти їх проходження у Карпатському регіоні України зазначаються у роботах М.І. Кирилюка [9], Б.І. Козловського, Й.М. Білоуса, Н.С. Когути [13]. Автори наводять коротку характеристику параметрів цих паводків і повеней, ритмічність їх утворення протягом ХХ століття, а також звертають увагу на збитки, спричинені цими паводками і заходи щодо їх запобігання.

Оцінюванням паводків гірських річок займалися О.Г. Ободовський, В.В. Онищук, М.І. Романченко, Д.П. Савчук, О.І. Лук'янець, М.М. Сусідко, О.С. Коноваленко та ін. [14, 15, 17–20, 22, 23].

Головною метою досліджень, поданих у [8], є вивчення особливостей поширення небезпечних процесів у басейнових системах Українських Карпат, інтенсивності та тенденцій їх розвитку, причин активізації, ризику виникнення, а також вплив на екологічний стан річкових русел.

Антропогенний вплив на гідрологічний режим рік є значним, про що свідчить робота Л.Б. Коваленко [11]. Вона виявила, що господарська діяльність у верхів'ях Дністра значно впливає на стік наносів у м. Заліщики, а нижче Дубосарського водосховища відбувається різке зниження максимальних витрат стоку наносів. Вплив господарської діяльності на стік Дністра розглядають А.І. Шершевський і В.А. Войцехович [28].

Оцінювання трансформації гідрологічного режиму Дністра та ризику екстремальних паводків займалися І.П. Ковальчук та А.В. Михнович [12]. Автори оцінили ступінь трансформації басейнових геосистем під впливом природних і техногенних чинників; ризик катастрофічних паводків в їх долинах; проаналізували сучасну мережу моніторингу стану поверхневих вод і динаміку витрат води у басейні Верхнього Дністра; створили алгоритм визначення зони затоплення заплави за допомогою ГІС та оглядову карту ризику затоплення долини Дністра.

Невирішені частини загальної проблеми. При господарському освоєнні паводконебезпечних територій як в долинах річок, так і на морських узбережжях слід проводити детальні

економічні та екологічні дослідження, а також моніторинг руслових процесів, особливо в межах урбанізованих територій, оскільки саме на них проживає велика кількість населення та зосереджена основна інфраструктура і об'єкти життєдіяльності. Їх мета – виявлення шляхів одержання максимально можливого економічного ефекту від освоєння цих територій і разом з тим зведення до мінімуму можливих збитків від повеней.

Під час розроблення протипаводкових заходів у долинах річок необхідно розглядати весь водозбір, а не його окремі ділянки, оскільки локальні протипаводкові заходи, які не враховують всю ситуацію проходження паводка в долині річки, можуть не тільки не дати економічного ефекту, а й істотно погіршити ситуацію загалом і привести в результаті до ще більших збитків від повеней. Необхідно вдало поєднувати інженерні методи захисту з неінженерними. До них насамперед належать обмеження або повна заборона таких видів господарської діяльності, в результаті яких можливе посилення повеней (вирубання лісів тощо), а також розширення заходів, спрямованих на створення умов, що спричиняють зменшення стоку. Крім того, на паводконебезпечних територіях повинні здійснюватися лише такі види господарської діяльності, яким під час затоплення буде завдано найменших збитків. Інженерні споруди щодо захисту земель і господарських об'єктів повинні бути надійними, а їх будівництво має бути пов'язане з мінімальними порушеннями довкілля [10, 24].

У країні повинна існувати чітка система прогнозування паводків та повідомлення населення про час настання повені та про максимально можливі позначки його рівня і тривалості. Важливе значення слід надавати завчасному інформуванню населення про можливість повені, роз'яснення про ймовірні його наслідки та заходи, яких слід вживати у разі затоплення будівель і споруд. Найкращим інструментом з регулювання землекористування на паводконебезпечних урбанізованих територіях може бути гнучка програма із страхування від повеней, яка поєднує як обов'язкове, так і добровільне страхування. Комплекс заходів у паводконебезпечних районах, що містить прогнозування, планування та здійснення робіт, має проводитися до настання повені, в період його проходження і після закінчення стихійного лиха. Детальне розроблення названих вище положень є невідкладним завданням ряду науково-дослідних та проектних інститутів, міністерств і насамперед Міністерства надзвичайних ситуацій України [8, 16].

Необхідне також змістовне дослідження чинників, що призводять до зростання кількості повеней, особливо катастрофічних, в ХХІ столітті: зміни клімату, зокрема збільшення опадів, подальшого зростання господарського освоєння річкових долин у зв'язку із збільшенням кількості населення та урбанізації територій. Особливо вони повинні вивчатися в долинах тих річок, русла яких огорожені дамбами і рівень води яких піднімається інколи на багато метрів над заплавами та надзаплавними терасами. Нерідко ці чинники накладаються з виникненням детермінованих явищ і подій. Так, природні процеси, що формують ландшафти прирічкових територій, стають причиною інженерно-геологічних явищ: мандрування рік; виникнення мілководь; замулення водотоків; заболочення і підтоплення; ерозія, мікрокліматотворення тощо. При цьому антропогенна діяльність найчастіше відіграє роль каталізатора для природних процесів, що призводить у ряді випадків до негативних наслідків [3, 6, 7, 13].

Постановка завдання. Завданням дослідження є розроблення методики моніторингу гідрографічних об'єктів на урбанізованих територіях на прикладі р. Стрий на підставі аерокосмічної, картографічної та інженерно-геодезичної інформації. Особливо це стосується проведення досліджень руслових процесів після повеневих явищ.

Виклад основного матеріалу та результати досліджень. Для успішного моніторингу рік на урбанізованих територіях необхідно використовувати різні матеріали: космічного знімання, аерознімання, топографічні карти або плани, спеціальні картографічні матеріали – геологічні, четвертинних відкладів та ґрунтові; для виявлення деформаційних процесів з великою точністю слід застосовувати матеріали інженерно-геодезичних спостережень, зокрема поперечні та поздовжні профілі рік.

Для вирішення завдання моніторингу гідрографічних об'єктів урбанізованих територій на прикладі ріки Стрий використано такі матеріали:

- космічні знімки, отримані з апарата Landsat 3 (оптико-механічний багатоспектральний сканер MSS, 1979 рік);
- космічні знімки, отримані з апарата Landsat 7 (оптико-електронний багатоспектральний сканер ETM+, 2000 рік);
- космічний знімок на ділянку досліджень GeoEye, отриманий з програмного пакета Google Earth (2009 рік);
- карту ґрунтів 1967 р. масштабу 1:200000;
- геологічну карту та карту четвертинних відкладів 1963 р. масштабу 1:200000;
- матеріали поперечних та поздовжніх профілів рік на ділянку досліджень 2003, 2008 та 2010 років: масштаб горизонтальний – 1:500, масштаб вертикальний – 1:200;
- наземні роботи – великомасштабні плани: 1 : 2 000 (1992 р.); 1 : 2 000 (2003 р.); 1 : 5 000 (2003 р.); 1 : 2 000 (2008 р.).

Основним програмним середовищем для обробки космічних знімків та проведення деталізованих робіт, зокрема побудови цифрових моделей рельєфу, визначення деформацій ріки та основних морфометричних характеристик була геоінформаційна система ArcGIS 9.3.

Для проведення загального моніторингу на досліджуваній ділянці з метою виявлення планових змін русел ріки Стрий використовували космічні знімки Landsat 3 (1979 р.) та Landsat 7 (2000 р.). Під час опрацювання космічних знімків для отримання кращого показника інформативності, а також максимального контрасту між різними об'єктами важливим є поєднання каналів. Спектрозональні зображення було отримано засобами модуля ArcToolbox програмного пакета ArcGIS 9.3 методом завантаження шарів, які необхідно синтезувати в один [25, 26]. Результатом комбінування знімків, отриманих у різних каналах з КЛА Landsat 3, є багатоканальний шар – композитне зображення, три кольори якого відповідають кольорам в системі RGB, на якому досліджуваний елемент – гідрографічні об'єкти – виділяються значно краще. Це дає можливість проаналізувати причини виникнення змін русла ріки. Для отримання такого синтезованого зображення (рис. 1) використано 4, 3 та 1 канали для червоного, зеленого і синього барв відповідно.

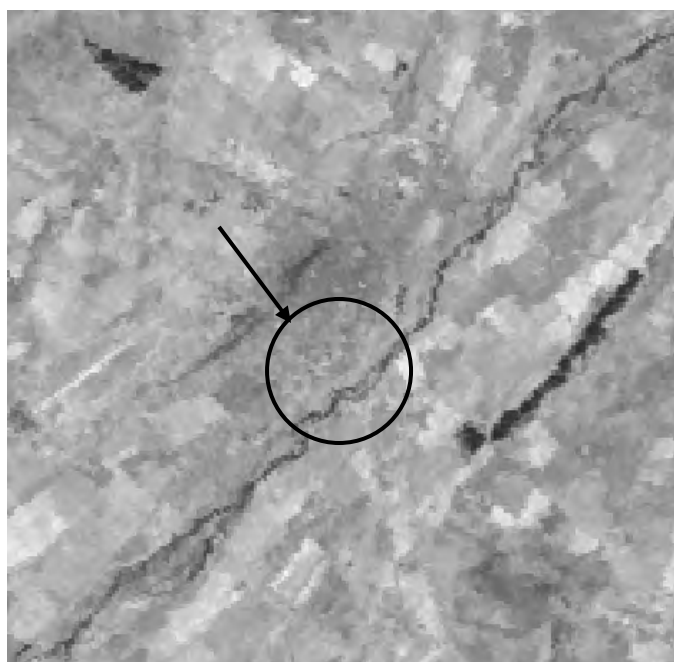


Рис. 1. Синтезоване зображення досліджуваної ділянки станом на 1979 р. із КЛА Landsat 3

Під час опрацювання знімків, отриманих апаратурою ETM + (Landsat 7), експериментальним шляхом було встановлено, що найкращий фоновий контраст між руслом ріки та її берегами спостерігається за комбінування 4, 5 та 1 каналу. Для покращення розрізненості та проявлення на результуючому знімку дрібніших структур було використано технологію Sharping. Знімку 8-го панхроматичного каналу з вищою розрізнявальною здатністю (15 м) надаємо 30% прозорості. Після цього виконується по чергове накладання його окремим шаром на 4-й, 5-й та 1-й з подальшим злиттям (об'єднанням) шарів. Отримані три графічні файли в градаціях сірого кольору є основою для синтезу кольорового зображення в системі RGB з розрізненням 15 м (рис. 2).

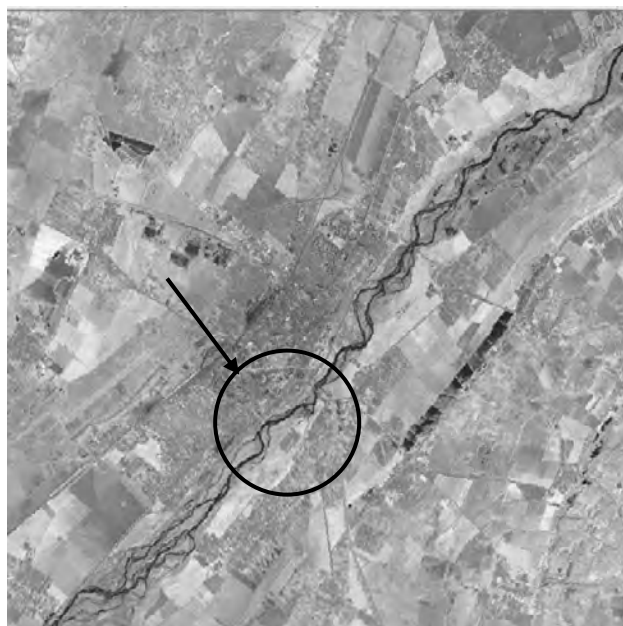


Рис. 2. Синтезоване зображення досліджуваної ділянки ріки Стрий за технологією Sharping

Аналіз зображень, отриманих із двох супутників з часовим періодом в 21 рік, дає можливість спостерігати значні зміни русла ріки, зокрема зауважено зміну звивистості русла та тенденцію до появи нових рукавів на всій ділянці знімка.

Оскільки моніторинг деформаційних процесів рік на урбанізованих територіях вимагає проведення високоточних робіт, а за знімками, отриманими з КЛІА Landsat 3 та Landsat 7, можна визначити лише загальні планові зміни русла ріки, використано частину знімка на ділянку досліджень, отриманого з космічного носія GeoEye (серпень 2009 р.) розрізненістю 0,41 м (рис. 3).

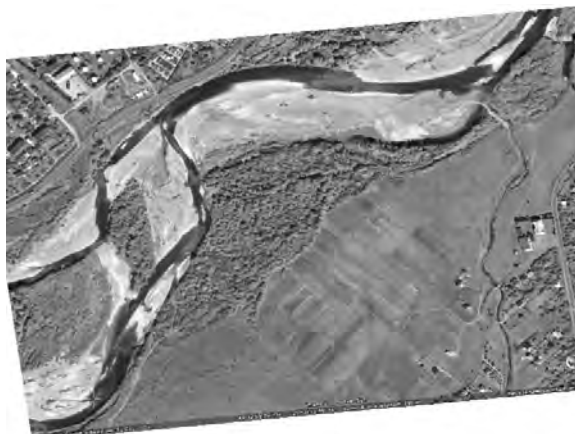


Рис. 3. Вигляд частини русла р. Стрий з космічного знімка GeoEye

В експериментальній фазі дослідження для вивчення питання зміни русла ріки Стрий поблизу міста Стрий і населених пунктів Миртюки та Дуліби використано топографічні плани масштабу 1:2000 – 1992 року, складеного за матеріалами аерознімання та 2008 року, складеного за матеріалами мензульного знімання. Ці матеріали слугували для побудови цифрової моделі рельєфу для визначення основних морфометричних характеристик ріки на досліджуваній ділянці. Використовуючи топографічні плани різних років, можна проаналізувати зміни, що відбулися з руслом ріки Стрий на досліджуваній території за 16-річний період.

Топографічні плани були відскановані та експортовані в програмний пакет ArcGIS 9.3 для подальшого опрацювання. Прив'язку топографічних планів виконано в системі координат WGS-84 за характерними для обох планів ідентичними точками: перехрестями доріг, мостів, краями будинків, ЛЕП, які вибрано на всій території ділянки, вписуючи координати у вікно задання географічних координат. Точність прив'язки за 10-ма ідентифікованими точками становила за внутрішньою сходимістю 0,5 м.

Для відображення та аналізу змін рельєфу оцифровували горизонталі та позначки висот, а для відображення та аналізу змін русла ріки виконували оцифровування гідрографії. Створювали точкові (позначки висот), полілінійні (горизонталі – потовщені, основні та допоміжні) та полігональні (ріка) об'єкти.

Також для виявлення змін русла ріки Стрий на досліджуваній ділянці після катастрофічного паводку влітку 2008 року використано знімок GeoEye 2009 року, який має розрізнення 0,41 м і належить до високорозрізнявальних космічних зображень. Прив'язку виконано за методикою, аналогічною до прив'язки топопланів, з точністю до 0,5 м. Після етапу прив'язки знімка виконувалось оцифровування ріки з метою отримання даних про зміни її русла.

Для наочнішого відображення рельєфу досліджуваної ділянки та русла ріки Стрий було побудовано ЦМР на основі TIN-моделі.

Оскільки в дослідженні головною метою є спостереження за змінами русла ріки Стрий на даній ділянці, то найкраще вони ідентифікуються під час накладання шарів зображень русла з топопланів 1992 і 2008 рр. та знімка 2009 р. (рис. 4).

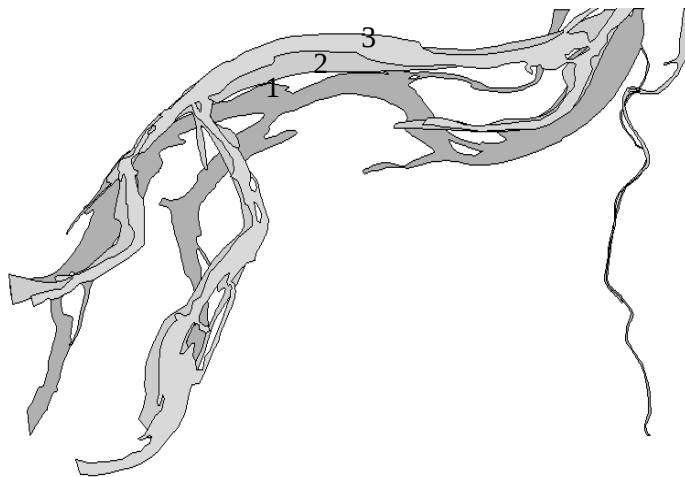


Рис. 4. Порівняльне зображення русла ріки Стрий за топопланами 1992, 2008 років та космічним знімком 2009 року (1 – за топопланом 1992 р., 2 – за топопланом 2008 р., 3 – за космічним знімком 2009 р.)

Порівнявши космічні знімки 1979, 2000, 2009 років з топографічними планами 1992 та 2008 року, зауважили, що динаміка зміни русла ріки Стрий відбувається по всій його довжині на ділянці дослідження на площі водної поверхні, яка становить відповідно: $S_{1992p.} = 0,39 \text{ км}^2$; $S_{2008p.} = 0,34 \text{ км}^2$; $S_{2009p.} = 0,27 \text{ км}^2$.

На досліджуваній ділянці спостерігається тенденція до відхилення русла ріки вліво та розмивання берегової частини, його більшого випрямлення та спрощення початкової конфігурації, появи нових та зникнення островів, які спостерігались у 1992 році в різних місцях русла. Для отримання кількісних показників про зміщення русла вліво та зміну його ширини було вибрано 3 тестові ділянки. Виміряні електронною лінійкою величини зміщень русла на тестових ділянках подано в таблиці.

Порівняльна таблиця змін русла ріки Стрий

№ тест. ділянки	Рік спостережень	Зміщення русла, м	Ширина русла, м
1	1992	53,7	48,9
	2008		
	1992	102,2	92,2
	2009		
2	2008	48,9	42,8
	2009		
	1992	82,2	45,6
	2008		
3	1992	135,2	85,5
	2009		
	2008	6,5	40,7
	2009		
3	1992	38,7	33,7
	2008		
	1992	44,9	35,9
	2009		
3	2008	6,6	26,2
	2009		

На основі отриманих результатів можна зробити висновок, що на цій ділянці русло є слабостійким, а зміна конфігурації русла, що спостерігається останнім часом, є наслідком сильних паводків. Тому, враховуючи малі кути нахилу прибережних територій (до 1–2°), можна припустити, що саме паводки у 1997, 1998, 2001, 2004 років та особливо 2008 року стали причиною цього явища. З іншого боку, на р. Стрий у приміській території значно впливає антропогенна діяльність, що виражається в прирічковій забудові та виборі гравійно-піщаних матеріалів.

Використовуючи топоплан 2008 року та побудовану цифрову модель рельєфу, визначено основні морфометричні характеристики р. Стрий на ділянці досліджень загальною площею 3,2 км²: загальна довжина ріки становить 2039 м; середня ширина русла – 74,9 м; максимальна – 109,9 м; мінімальна – 39,9 м. Нахил ріки становить 1,3 м/км, коефіцієнт звивистості русла – 1,27. Перепад висот на ділянці ріки по руслу – 4,9 м.

Для отримання числових даних про зміни русла р. Стрий у межах міста Стрий і приміських сіл та перевірки коректності застосовуваної методики було використано матеріали інженерно-геодезичних робіт – поперечні та поздовжні профілі ріки за 2003, 2008 та 2010 роки масштабів: горизонтальний – 1:500, вертикальний – 1:200. Для того, щоб відобразити планові зміни русла ріки на цій ділянці, виконано прив'язку та нанесення на топографічний план масштабу 1:5000 даних з поперечних профілів ріки за різні роки.

Проаналізувавши дані інженерно-геодезичних робіт русла р. Стрий, можна зробити висновок, що за 5-річний період воно значно змінило конфігурацію, зокрема значно зменшилась багаторукавність та збільшилась випрямленість русла, в деяких місцях ріка змінила траєкторію протікання на 50–60 метрів стосовно положення русла 2003 р.

Державним підприємством “Західгеодезкартографія” у 2010 році було виконано спостереження ріки Стрий на досліджуваній ділянці після паводку влітку 2010 р. та отримано цікаві і неочікувані результати. Вигляд русла ріки у 2008 р. вказує на зменшення рукавів та стабільнішу форму, тоді як дані 2010 р. підтверджують збільшення багаторукавності і значну зміну форми ріки в районі автомобільного мосту, а також на ділянці між автомобільним та залізничним мостами.

Аналіз результатів, проведених за космічним знімком та інженерно-геодезичними роботами, виконаними у 2010 році, вказує на те, що русло не має стабільної форми і вимагає проведення ефективних берегоукріплювальних гідротехнічних робіт.

Для дослідження причин зміни русла ріки Стрий було використано спеціальні картографічні матеріали: геологічну карту, зокрема карту четвертинних відкладів, а також карту ґрунтового покриву масштабу 1: 200000.

Проаналізувавши геологічні карти, слід зазначити, що породи та відклади, які залягають у місцях протікання ріки, є м'якими та легкими, швидко піддаються ерозії та розмиванню, що сприяє істотному зміщенню русла при проходженні паводків, особливо катастрофічних. Наявність на цій території піщано-гравійних матеріалів та глин спричиняє їх видобуток, часто несанкціонований, у самому руслі та заплаві, а це викликає деформаційні процеси як самого русла ріки, так і її берегів.

На території досліджуваної ділянки р. Стрий ґрунтовий покрив представлений дерновими супіщаними та суглинковими, а також дерновими опідзоленими оглеєними ґрунтами, які на алювії нижніх терас гірських рік утворилися на алювіальних та алювіально-делювіальних відкладах заплав, нижніх (другої-третьої) терас і конусів виносу на них у передгірському поясі на висотах понад 250–300 м.

Ці відклади здебільшого мають піщано-легкосуглинний або піщано-середньосуглинний механічний склад та різну товщину. Знизу їх підстилають піщано-супіщаний матеріал, конгломерати (грубоуламкова осадова гірська порода, яка складається із цементованих округлих валунів та гальки розміром 10–100 мм з домішкою тоншого матеріалу: алевроїту, піску, гравію) та ріняк.

Наявність сучасного алювію і делювію, підстеленого конгломератами та ріняками, свідчить про те, що в місцях їхнього залягання відбувались повеневі явища, а присутність змитих та розмитих ґрунтів вказує на ерозійні процеси, викликані сильними зливами. Легкі за механічним складом ґрунти легко розмиваються, особливо під час паводків, що сприяє розвитку ерозійних процесів як самих русел, так і прирічкової території.

Висновки. 1. Проаналізовано особливості впливу урбанізованих територій і антропогенної діяльності на річкові системи, основні причини виникнення паводків та деградації рік на цих територіях. Детально описано принцип проведення моніторингу рік урбанізованих територій на прикладі ріки Стрий як основного об'єкта поданого дослідження. 2. Проведення моніторингу за 30-річний період за матеріалами космічного знімання для визначення загальних планових змін русла, топографічними планами з метою побудови ЦМР для отримання достовірніших даних про зміну русла, спеціальних карт, зокрема геологічних та ґрунтових, для детального аналізу свідчить про значні зміщення русла ріки Стрий, які досягають 120–130 м. 3. Встановлено, що динаміка зміни русла ріки Стрий відбувається по всій його довжині на ділянці досліджень; русло є слабостійким або мандруючим (нестійким); спостерігається тенденція до відхилення русла ріки вліво та розмивання берегів в цій частині, його більшого випрямлення та спрощення початкової конфігурації, появи нових та зникнення островів, які спостерігались раніше в різних місцях русла; коливання багатукавності та випрямленості русла протягом останніх 5 років. 4. Дані інженерно-геодезичних робіт та натурних спостережень підтверджують достовірність виявлення руслових деформацій на досліджуваній ділянці та правильність поданої методики моніторингу руслових процесів.

1. *Безпека життєдіяльності. Реферат. Повені [Електронний ресурс]. – Режим доступу до статті: <http://reff.net.ua/1791-Navodneniya.html>.* 2. Боровков В. С. *Русловые процессы и динамика речных потоков на урбанизированных территориях* / В. С. Боровков. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 251 с. 3. В. Вадімов, А. Вадімова. *Екосистемні передумови районування прирічкових територій України на основі басейнового підходу [Електронний ресурс]* / В. Вадімов, А. Вадімова. – Режим доступу до статті: http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/dprmu/2009_17/5_Vadimov_Vadimova.pdf. 4. *Водні ресурси: використання, охорона, відтворення, управління: підручник* / [А. В. Яцик, Ю. М. Грищенко, Л. А. Волкова, І. А. Пашенюк]. – К.: Генеза, 2007. – 360 с. 5. Горбачова Л. О. *Сучасні пріоритети та напрямки гідроекологічних досліджень річкових басейнів* / Л. О. Горбачова // *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Наук. Збірник.* – 2006. – Том 11. – С. 338–341. 6. Дубіс Л. Ф. *Небезпечні процеси у басейнових системах українських Карпат: поширення, інтенсивність розвитку, вплив на екологічний стан річкових русел* /

- Л. Ф. Дубіс, І. П. Ковальчук, А. В. Михнович // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Наук. Збірник. – 2006. – Том 11. – С. 59–69. 7. Знищення лісів та екологічні катастрофи [Електронний ресурс]. – Режим доступу до статті: <http://www.carpathians.eu/lisova-galuz/znishchennja-lisiv-ta-ekologichni-katastrofi.html>.
8. Іуцук О. О. Прогнозування й оцінка наслідків екстремальних повеневих ситуацій засобами просторового аналізу ГІС / О. О. Іуцук, Є. С. Середінін // Вісник геодезії та картографії. – 2000. – № 2. – С. 37–42. 9. Кирилюк М. І. Режим формування історичних паводків в Українських Карпатах / М. І. Кирилюк // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: Наук. збірник. – 2001. – Т. 2. – С. 163–167. 10. Кирилюк О. В. Обґрунтування проведення моніторингу руслових процесів для оцінки ступеня стійкості русел малих річок / О. В. Кирилюк // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: Наук. збірник. – 2006. – Т. 11. – С. 142–148. 11. Коваленко Л. Б. Некоторые особенности гидрохимического режима р. Днестр на участках с активными инженерными сооружениями / Л. Б. Коваленко // Метеорология, климатология и гидрология. – 2000. – Вып. 41. – С. 3–8. 12. Ковальчук І. П. Оцінка трансформації гідрологічного режиму Дністра та ризику екстремальних паводків / І. П. Ковальчук, А. В. Михнович // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: Наук. збірник. – 2002. – Т. 3. – С. 71–81. 13. Козловський Б. І. Екологічні аспекти проходження повеней і паводків у Карпатському регіоні України / Б. І. Козловський, Й. М. Білоус, Н. Є. Козут // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: Наук. збірник. – 2000. – Т. 1. – С. 137–141. 14. Коноваленко О. С. Аналіз інтенсивності горизонтальних руслових деформацій на гірських річках Закарпаття / О. С. Коноваленко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: Наук. збірник. – 2006. – Т. 11. – С. 153–158. 15. Лук'янець О. І. Досвід оцінювання водності карпатських річок на наступні періоди / О. І. Лук'янець // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: Наук. збірник. – 2000. – Т. 1. – С. 206–209. 16. Методика визначення зон можливого затоплення на річках України / Державний комітет України по водному господарству. Видання офіційне. – К., 1998. – 31 с. – (Відомчі нормативні матеріали). 17. Ободовський О. Г. Гідроекологічна та економічна оцінки збитковості катастрофічних паводків на річках Закарпаття / О. Г. Ободовський, В. В. Онищук // Економічна та соціальна географія. – 2001. – Вип. 50. – С. 130–134. 18. Ободовський О. Г. Оцінка стійкості русел і класифікація паводків гірських річок / О. Г. Ободовський // Україна і глобальні процеси: географічний вимір. Збірник наукових праць VIII з'їзду УГТ. – 2000. – Т. 2. – С. 205–209. 19. Ромащенко М. Водні стихії, Карпатські повені, статистика, причини, регулювання / М. Ромащенко, Д. Савчук, О. Решетова. – К.: Аграрна наука, 2002 – 304 с. 20. Ромащенко М. І. Протиповеневі водосховища – важливий спосіб регулювання повеней у Карпатах / М. І. Ромащенко, Д. П. Савчук // УААН; Інститут гідротехніки і меліорації. – К.: Аграрна наука, 2001. – 25 с. 21. Руководство по водным ресурсам и адаптации к изменению климата [Електронний ресурс]. – Режим доступу до статті: http://www.unece.org/env/water/publications/documents/Guidance_water_climate_r.pdf. 22. Сусідко М. М. Можливості оцінювання річкового стоку в Карпатах на найближчі роки з урахуванням його багаторічних коливань / М. М. Сусідко, О. І. Лук'янець // Наукові праці Укр. НДГМІ. – 1998. – Вип. 246. – С. 46–55. 23. Сусідко М. М. Паводки в Карпатах – причини їх виникнення та повторюваність / М. М. Сусідко, О. І. Лук'янець // Екологічні та соціально-економічні аспекти катастрофічних стихійних явищ у Карпатському регіоні (повені, селі, зсуви). – 1999. – С. 316–321. 24. Чіпак В. П. Система протипаводкових заходів у басейні р. Боржава / В.П. Чіпак, Т. П. Мельник. – Рівне: Волинські береги, 2008. – 202 с. 25. Шевчук В. Використання геоінформаційної системи ArcGis для дослідження змін деформації русел рік / В. Шевчук, О. Маланій // Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища: GPS і GIS-технології: Збірник матеріалів XIV Міжнародного науково-технічного симпозіуму. – 2009. – С. 205–212. 26. Шевчук В. Принцип синтезування зображень багатоканальної знімальної системи / В. Шевчук, Х. Буришинська, О. Садовська // Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища: GPS і GIS-технології: Збірник матеріалів XV Ювілейного Міжнародного науково-технічного симпозіуму. – 2010. – С. 202–205. 27. Шевчук В. Методика дослідження змін деформації русел рік Прикарпатського регіону / В. Шевчук // Геодезія, картографія і аерознімання: Міжвідомчий наук.-техн. збірник. – 2009. – Вип. 71. – С. 59–69. 28. Шершевский А. И. Влияние хозяйственной деятельности на сток Днестра / А. И. Шершевский, В. А. Войцехович // Тр. Укр. регион. НИИ. – 1984. – № 200. – С. 69–76. 29. The Worlds Largest Floods, Past and Present: Their Causes and Magnitudes / [O' Connor, J. E., Costa, John E.]. – Reston, Virginia: Geological Survey, 2004. – iv, 13p.: ill. 30. Large floods in the United States: Where they happen and Why / [O' Connor, Jim E., Costa, John E.]. – Denver: U.S. Geolog. Survey, 2003. – 13p.: ill.