

УДК: 631.11:332.3

Б.І. Волосецький, Т.Г. Шпирналь
Національний університет “Львівська політехніка”

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕНЕСЕННЯ ГРАВІЙНО-ГАЛЬКОВИХ МАС У РУСЛІ р.СТРИЙ ЗА ДАНИМИ ГЕОДЕЗИЧНОГО МОНІТОРИНГУ

© Волосецький Б.І., Шпирналь Т.Г., 2013

По данным геодезических изысканий построены поперечные профили русла р. Стрый, на участке поблизости г. Стрый. Анализ результатов наблюдений дает возможность сделать выводы о процессах переноса и аккумуляции гравиевых и галечных масс в нижележащих участках р. Стрый.

On the basis of geodesic pretentious novelties the transversal types of river-bed are built r. Stryj, nearby. Stryj. The analysis of results of supervisions is given by possibility to draw conclusion about the processes of transfer and accumulation gravel the masses in a river-bed and lower lying valley Stryj.

Постановка проблеми. На ріках Карпатського регіону паводки різної інтенсивності спостерігаються доволі часто, їх прояви залежать від атмосферних процесів, характеристик підстилаючих поверхонь, гідрологічних та морфометричних параметрів водостоків.

Потужний паводок на ріках Карпатського регіону відбувся в липні 2008 року. За своїми параметрами він перевищував рівні води паводку 2 % забезпеченості. У результаті цього паводка матеріальні збитки у Львівській області становили понад 340 млн. гривень. Значні руйнування і матеріальні втрати від паводка були в Стрийському районі, по території якого протікає р. Стрий (рис. 1).



Рис. 1. Стрий: наслідки паводка 2008 року в районі залізничного моста

У 2011 році було проведено геодезичні роботи з дослідження змін параметрів долинно-руслового рельєфу, спричинених паводком на ділянці річки Стрий від залізничного моста у м. Стрий до автомобільного моста на трасі “Стрий – Моршин”. Роботи проводили на ділянці загальною протяжністю понад 3 кілометри. Для опрацювання результатів польових вимірювань і теоретичних розрахунків використовували дані геоінформаційної бази за максимальним стоком, картографічні матеріали, програмне забезпечення Microsoft Word та AutoCad 2006.[1, 2].

Для визначення змін морфометричних параметрів долинно-руслового рельєфу було використано результати геодезичних вимірювань, проведених на річці Стрий у 2003 році. Порівнюючи результати досліджень, проведених у 2003 та 2011 роках, визначили зміни морфометричних характеристик на цій ділянці, а також обчислили об’єми перенесення та відкладень гравійно – галькових мас у межах русла річки і у прируслових ділянках.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Процеси, пов’язані з переформуваннями долинно-руслового рельєфу та деформаціями руслових утворень, часто досліджували науковці. Гідрологічні та геоморфологічні аспекти досконально розглянуто в [2–4], там же наведено обширний бібліографічний огляд і аналіз стану питання. Форми руслових утворень на ріках Передкарпаття і Закарпаття змінювалися під час екстремальних паводків. Ці процеси підсилюються суцільним вирубуванням лісів на схилах гір, розробками кар’єрів і меліорацією в долинах рік.

Дослідження змін долинно-руслового рельєфу багатьох рік Передкарпаття і Закарпаття після катастрофічних паводків свідчать про значні горизонтальні переформування, величини яких сягали від 1,5 м до 40 м, а вертикальні деформації, зокрема акумуляція гравійно-галькових відкладів, сягали 0,2–0,5 м і більше. Чинником, що призводить до переформування руслових утворень, є і антропогенні фактори: будівництво різних споруд на заплавах, водосховищ, регуляційні заходи, розроблення руслових кар’єрів.

Значно впливає на деформацію русел рік Карпатського регіону видобування значних об’ємів гравійно – галькових відкладів у руслових кар’єрах. Так, видобуток мільйонів кубометрів цих порід в руслі р. Стрий призвів до розмивання та пониження висот дна в нижній частині на 0,25–0,40 м на рік. Подібні прояви деформації відбулися на р. Лімниця, де з тих самих причин розширення русла і пониження дна становило близько 3 м, на р. Прут ухил дна збільшився в 1,5 разу [1–6]. Аналогічні явища спостерігались на інших річках Карпатського регіону.

У результаті зруйновано захисно-регулювальні споруди на річках, пошкоджено під час паводків багато мостів, переходів, трубопроводів, підмито берегоукріплення.

Постановка завдання. Оцінку параметрів перенесення і акумуляції гравійно-галькових відкладів русла і долини ріки можна одержати за моніторинговими спостереженнями із промірних робіт на поперечних профілях.

Величини деформацій долинно-руслового рельєфу одержують внаслідок періодичних геодезичних спостережень – моніторингу просторового положення точок морфоутворень у фіксованій системі координат. Для визначення об’ємів перенесення і акумуляції земляних мас спостереження слід проводити через певні часові інтервали, зокрема з врахуванням проходження паводка. Суть методики визначення величин компонентів деформації морфоформ долино – руслового рельєфу полягає у повторному визначенні планового і висотного положення фіксованих точок русла і елементів рельєфу річкової долини.

Виклад основного матеріалу. Дослідження проводились на р. Стрий у Львівській області на ділянці, що розташована біля м. Стрий, завдовжки понад 3 кілометри. Ріка Стрий на цій ділянці тече у північному напрямку по широкій долині, береги мають глинисто – галькову основу. Поперечні профілі, на яких проводились геодезичні вимірювання, прокладені між правобережними і лівобережними схилами річкової долини. Поверхня річкової долини рівна з незначним похилом до річки, в прирусловій частині заросла вербами і вільховими кущами, на невеликих відрізках викладене берегове кріплення. Поверхня річкової долини складена суглинистими ґрунтами з домішками гальки та гравію, окремі ділянки використовуються для сільськогосподарського виробництва [5].

Русло ріки на ділянці вишукувань звивисте, частково розгалужене, глибиною 0,5–2,9 м, швидкість течії 2,2–4,6 м/с. Дно русла неоднорідне, складене з каміння діаметром 15–25 см, і загромаджене великою кількістю галькових наносів. Ширина його коливається від 15 до 60 м. Річкова долина сягає 650 м. Береги ріки обривисті – 1,5–2 метри над рівнем води. На ділянці, де проводилося дослідження, р. Стрий має пологий ухил. У межах ділянки досліджень спостерігається значна бокова ерозія. В геологічній будові досліджуваної ділянки робіт на розвідану глибину беруть участь техногенні, алювіальні та нижньокрейдові відклади.

Оцінку параметрів перенесення і акумуляції гравійно- галькових відкладів русла і долини річки можна одержати за моніторинговими спостереженнями із промірних робіт. Характерною особливістю рівневого режиму є те, що в будь-яку пору року на цій річці відбуваються паводки. Дослідження проведено на основі одинадцяти поперечних профілів, на яких обчислено кількість води в руслі ріки. Цю величину обчислюють з поперечних профілів 2003 та 2011 років.

Вимірювання проведені на відрізку річки завдовжки понад 3 кілометри на одинадцяти поперечних профілях. Для забезпечення промірних робіт прокладено магістральний хід планової основи методом полігонометрії 2-го розряду, згідно з вимогами [7]. Цей хід опирається на чотири пункти полігонометрії 4 класу, які розташовані попарно поблизу двох мостових переходів, на кінцях ходу полігонометрії. Закріплення цих пунктів здійснено геодезичними знаками (бетонними тетраїдами). Висоти цих точок визначено нівелюванням III класу (рис. 2). Точки, з яких проводилися вимірювання, на морфостворах закріплені знаками довготривалого зберігання, висоти цих пунктів полігонометрії другого розряду визначені із нівелювання IV класу. Кути і довжини ліній вимірювали електронним тахеометром Leica TCR 407 power. Поперечні профілі вимірювали створно-лінійним методом. Для забезпечення точності виміри в створах поперечних профілів проводилися з кроком, не більшим ніж 20 метрів між точками. Глибини в руслі вимірювались за допомогою гідрометричної штанги.



Рис. 2. Схема планової та висотної основ, а також розміщення поперечних профілів

Основним параметром, який визначає динамічні характеристики водного потоку під час проходження паводку, є витрати води Q , що пов'язаний із площею поперечного перерізу русла ω і швидкістю течії водного потоку v такою залежністю:

$$Q = \omega \cdot v. \quad (1)$$

Величини Q і ω є змінні і визначаються висотою рівня води H в руслі. Висота рівня води в заданому створі визначається величиною витрат води. Тому ці величини є функціями висоти рівня води:

$$Q = Q(H) \quad (2)$$

$$\omega = \omega(H). \quad (3)$$

Промірні роботи передбачали визначення висот дна і схилів берегів та заплави, а також визначення планового положення всіх промірних точок. На досліджуваній ділянці в листопаді 2011 року проведено повторні виміри по поперечних профілях 2003 року.

За максимальний рівень взято відмітки висот води на корінних берегах станом на 2003 рік на кожному з поперечних профілів річки. Ми порівнюємо їх з вимірами, які було виконано в листопаді 2011 року. Зміну положення гравійно – галькових мас ми визначаємо з порівняння поперечних профілів річки (рис. 3). За їх змінами ми можемо оцінити процес, який відбувся на цій ділянці річки, а саме: процес акумуляції чи процес розмиву русла.

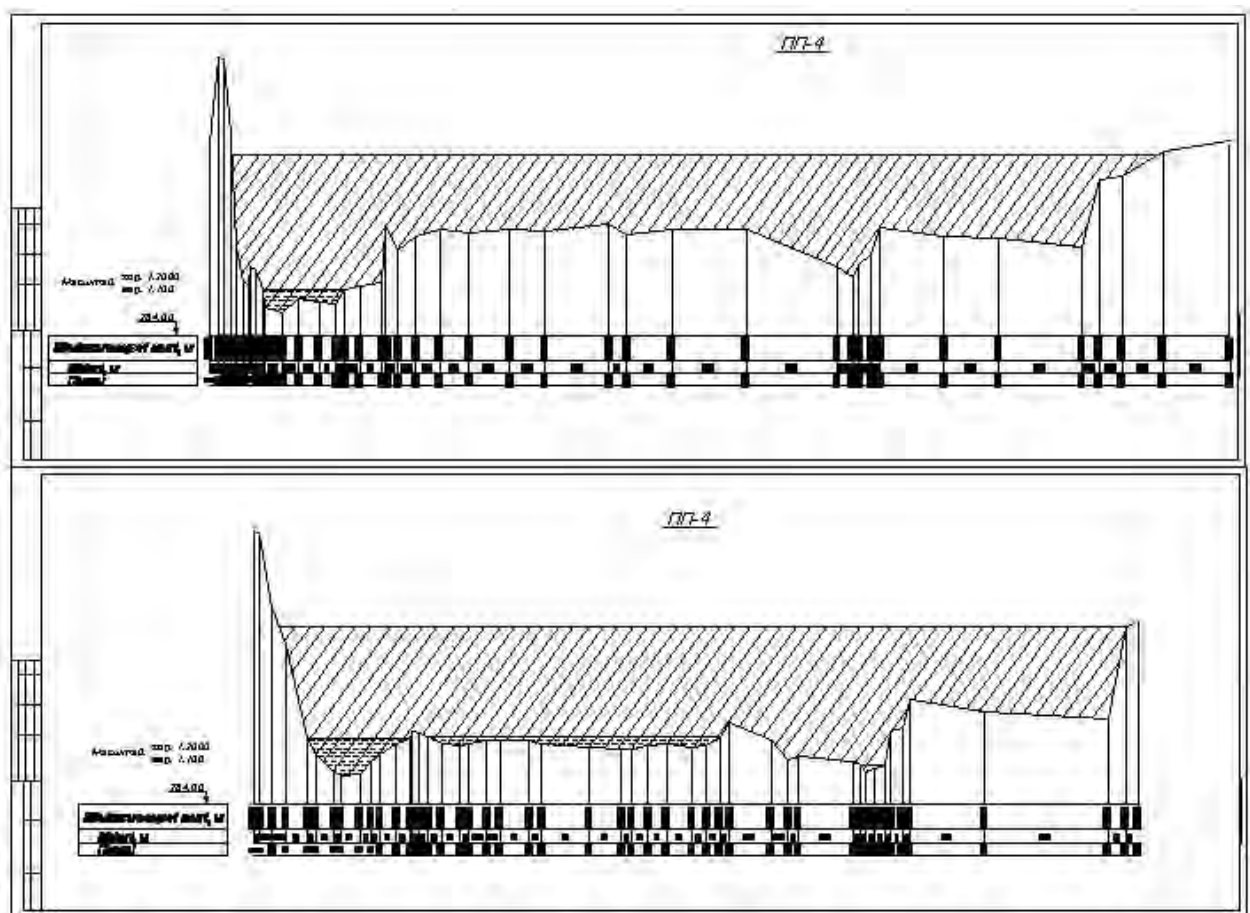


Рис. 3. Розрахунок Q на ПП-4 (згори 2003 рік, знизу 2011 рік)

Об'єми водних мас між фіксованими суміжними морфостворами визначено за даними вимірювань 2003 та 2011 років. Зміни у конфігурації поперечних профілів можна інтерпретувати як величини розмивання (бокова і донна ерозії) або акумуляції відкладів.

Об'єми води, які розміщені між двома суміжними поперечними профілями, визначено за формулою [10]:

$$V_k = \frac{1}{2}(P_i + P_{i+1}) * L_\gamma, \tag{4}$$

де V_k – об'єм водних мас, обмежений суміжними поперечними профілями; i – номер поперечника; P – площа поперечного перерізу; L_γ – відстань між суміжними поперечниками.

Різниця об'ємів визначає характер ерозійно-аккумулятивних процесів:

$$V = V_{2003} - V_{2011}. \tag{5}$$

Результати обчислень ми заносимо у табл. 1. У таблиці наведено площі поперечного перерізу русла і річкової долини на кожному з поперечників станом на 2003 та 2011 роки, а також наведено висоту берегової лінії, яку приймали за максимальний рівень та площу розмиву або акумуляції породи між суміжними поперечниками.

З цієї таблиці видно, що на цьому відрізьку кількість водяних мас збільшилася, тобто розмивається русло. Великі обєми породи переносяться вниз за течією.

Таблиця 1

Обчислення площ поперечних перерізів та об'ємів перенесення земляних мас

№ з/п	Площа ПП Р(м ²)		Відм. берегу	Відстань між пп (м)	ΔР (м ²)	Об'єм (м ³)
	2003 рік	2011 рік				
1	8792,3	10070,3	289,1		-1278	
				237,1		-284413
2	19013,9	20135	289,6		-1121,1	
				409,2		-356822
3	19632	20254,9	290,4		-622,9	
				448,1		-425180
4	14651,1	15925,9	291,4		-1274,8	
				286		-255083
5	9512	10021	292,0		-509	
				265		-130407
6	11600,4	12075,6	292,5		-475,2	
				302		-31423,
7	13968,7	13701,6	293,2		267,1	
				373,2		-272735
8	9854,4	11583,1	294,0		-1728,7	
				378,6		-448736
9	6539,8	7181,6	294,9		-641,8	
				380,1		-283802
10	5852,5	6704	295,5		-851,5	
				241		-254761
11	7052,5	8315,2	296,2		-1262,7	
Σ	117677,3	125897,9		3320	-8220,6	-2743361

На основі одержаних результатів дослідження можна зробити висновок про збільшення поперечного перерізу ріки у 2011 році. Важливим аспектом, що впливає на інтенсивність ерозійно – акумуляційних процесів, є вибирання гравійно-галькового матеріалу з дна русла р. Стрий. Вибирання цих мас призводить до переформувань морфоутворень та пониження дна русла ріки. Інтенсивний вибір гравійно-галькових мас призводить до їх акумуляції, тобто до заповнення звільнених кар'єрних об'ємів твердими наносами, які транспортує ріка під час паводка.

Приймаючи дані площ одержаних з опрацювання аерофотознімків та інших кар'єрних виробок на р. Стрий вниз за течією порядку 500000 м², приблизні оцінки об'ємів видобування гравійно-галькових відкладів становитиме 1,5 млн. м³, якщо середнє значення глибини кар'єру

прийняти 3 метри. Оскільки період між вимірюваннями становить 8 років, то видобуток цих відкладів із русла ріки може набагато перевищувати наші оцінки.

Важливою складовою поглиблення річки є вибір гравійно-галькового матеріалу з русла. Через вибір корисних копалин та нестійкі береги річка розширює своє русло, а підприємства, вивозячи породи, роблять процес поглиблення незворотним. На рис. 4 показано місця роботи кар'єрів по відборі гравійно – галькових мас в руслі ріки Стрий нижче за течією. Діяльність цих кар'єрів і слугують основними аспектами швидкого поглиблення дна ріки, оскільки в цих місцях і проходить процес акумуляції, а точніше заповнення пустих кар'єрних об'ємів масами відкладів, перенесених з верхньої частини русла і долини ріки.

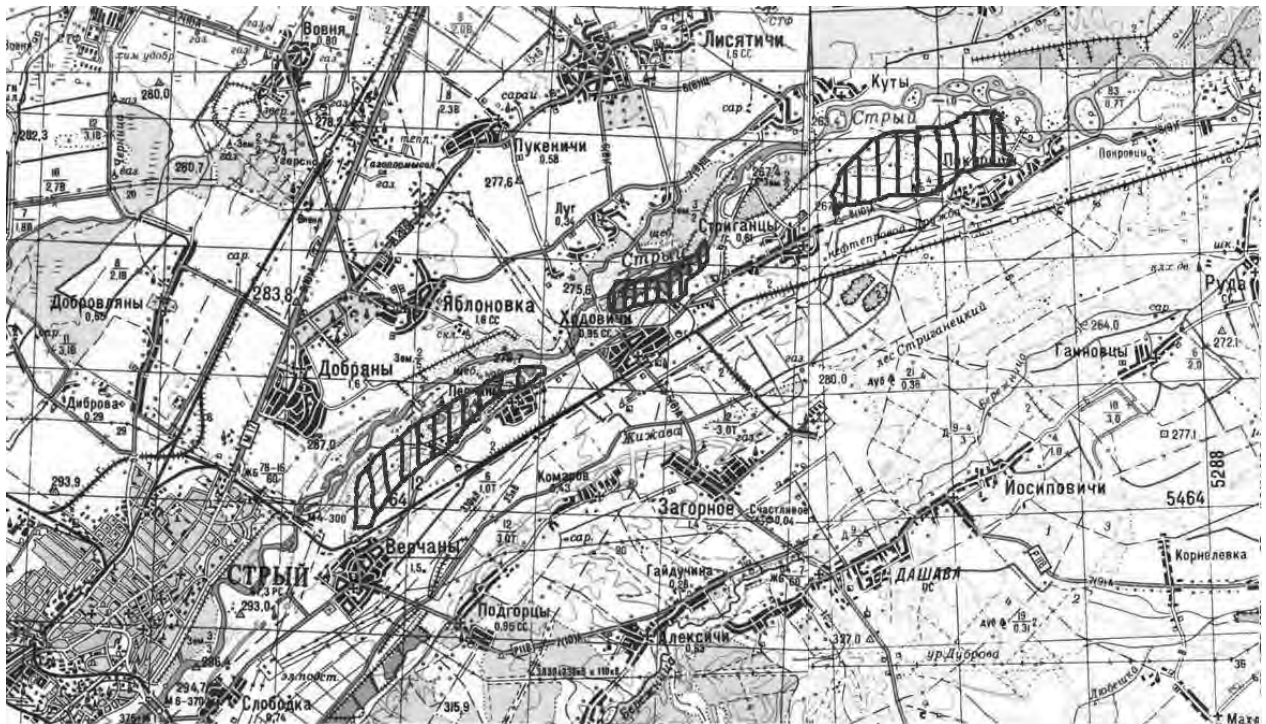


Рис. 5. Розташування кар'єрів з видобування гравійно-галькових мас у руслі ріки Стрий

Цей фактор є достатньо небезпечним, оскільки у цьому місці проходять транспортні артерії м. Стрий. Якщо не взяти до уваги швидкі процеси ерозії річки, то це може призвести до руйнування технічних споруд. Ілюстрацією цього є рис. 5, де на показано підмивання опор мосту на досліджуваній ділянці ріки.



Рис. 5. Розмивання основи під опорами автомобільного мосту

Висновки. На основі наведених геодезичних вимірів, виконаних в 2003 та 2011 роках, оцінено прояви бокової та донної ерозій на ділянці ріки протяжністю понад 3 кілометри поблизу м. Стрий. За цими результатами можна зробити припущення, що ці процеси можуть призвести до руйнівних наслідків у прирусловій зоні. Фактором, що підсилює ці процеси, є розробка гравійно-галькових карерів в руслі ріки Стрий.

1. Волосецький Б.І., Зубач В.М. Вивчення динаміки долинно-руслових морфоутворень рік Карпатського регіону // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – Львів, 2008.
2. Волосецький Б.І., Каганов Я.І. Использование морфометрических зависимостей, определяемых из геодезических наблюдений для прогноза русловых деформаций // Геодезія, картографія та аерофотознімання: Міжвід. наук.-техн. зб. Львів, 1986. – Вип. 43. – С. 10–15.
3. Волосецький Б.І., Каганов Я.І. Использование морфометрических зависимостей, определяемых из геодезических наблюдений для прогноза русловых деформаций // Геодезія, картографія та аерофотознімання: Міжвід. наук.-техн. зб. – Львів, 1986. – Вип. 43. – С. 10–15.
4. Ковальчук І.П. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз. – Львів: НАН України, 1997. – 439 с.
5. Волосецький Б., Шпирналь Т., Дослідження екзогенних процесів на р. Стрий поблизу смт. Верхнє Синьовидне // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – Львів, 2011.
6. Сусідко М.М., Лук'янець О.І. Оцінювання характерних рівнів води з урахуванням умов переміщення водних мас на річковій ділянці // Наук. зб. КНУ “Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія”. – 2003. – № 5. – С. 72–78.
7. Ободовський О.Г. Концептуальні положення гідроекологічної оцінки прояву руслових процесів // Наук. зб. КНУ. “Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія”. – 2001. – № 2. – С. 146–156.
8. Сусідко М.М. Оцінювання змін в умовах переміщення водних мас на гірських річках // Наук. зб. КНУ “Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія”. – 2006. – № 11. – С. 181.
9. Інструкція з топографічного знімання в масштабах 1:5000; 1:2000; 1:1000; 1:500. ГКНТА – 2.04-02-98. – К., 1999.
10. Волосецький Б.І. Геодезія у природокористуванні. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2012. – 290 с.