

ТРАНСФОРМАЦІЯ РІЧКОВОЇ МЕРЕЖІ В МЕЖАХ БАСЕЙНУ Р. СМОТРИЧ

У публікації поданий аналіз структури річкової мережі в межах басейну р. Смотрич, а також оцінка динаміки її трансформації протягом останнього століття. Проаналізовано природні та антропогенні фактори, що впливали на структуру річкової системи та екологічний стан басейну. Запропоновано оптимізаційні заходи щодо збереження малих та середніх водотоків басейну р. Смотрич.

Ключові слова: структура річкової системи, мала річка, порядок річки, водотоки, трансформація річкової системи.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Різнорангові річкові системи та їх складові виступають одним з базисів життєдіяльності людини і водночас основою для створення і функціонування різноманітних природно-господарських комплексів. Антропогенна діяльність у річкових долинах багатогранна; більшість її видів так чи інакше порушує природну рівновагу і тим самим створює певну екологічну напругу. Господарська діяльність різного масштабу та спрямованості нерідко зачіпає невеликі водотоки та їх басейни, часто призводячи до негативних змін їх стану. Освоєння басейну істотно змінює стан флювіальних систем, їх структуру, темп і спрямованість розвитку, спектр екзогенних процесів, характер функціонування, екологічну ситуацію. Оцінити масштаби таких змін достатньо важко. У ряді випадків це пов'язано з браком або відсутністю необхідної інформації про індивідуальні особливості окремих водотоків у межах конкретної території, облік яких потрібний для правильної організації природокористування. Тому проблема вивчення стану та обґрунтування схем захисту малих річок від деградації на сьогоднішній день є дуже актуальною, оскільки саме вони формують водний потенціал не лише окремого водного басейну, а й країни в цілому.

Метою публікації виступає дослідження процесів трансформації структури річкової мережі в межах басейну р. Смотрич.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема екологічного стану малих річок постала ще в кінці 70-х – на початку 80-х років ХХ ст. [6]. З того часу розпочинаються активні дослідження малих водотоків в різних регіонах України. Вивченням трансформаційних процесів, що відбуваються у структурі річкових систем, оцінюванням масштабів зміни їх стану займаються І.П. Ковальчук, П.І. Штойко, Л.П. Курганевич, А.В. Михнович, Т.С. Павловська, О.В. Пилипович, О.Г. Ободовський, В.К. Хільчевський, І.П. Шуляренко, З.В. Роз-

лач, О.С. Коноваленко, Я.О. Мольчак, М.П. Чемерис, Ю.С. Ющенко, А.О. Кирилук та ін.

Методика дослідження трансформаційних процесів. Для оцінки динаміки трансформації структури річкової системи басейну р. Смотрич найбільша увага приділялась таким досліджуваним показникам, як порядок річкової системи, загальна довжина різнорангових водотоків, загальна кількість водотоків, довжина водотоків кожного порядку у річковій системі, кількість водотоків кожного порядку у річковій системі, коефіцієнт трансформації [2, 4].

Вихідним моментом визначення масштабів зміни стану малих річок і структури річкових систем є вибір схеми їхньої класифікації й системи показників, що характеризують стан річкових систем за певний проміжок часу. Найчастіше виділяють чотири типи показників: гідрологічні, ландшафтні, кліматичні та морфометричні. Для потреб еколого-геоморфологічного аналізу особливий інтерес становлять насамперед морфометричні показники річкових басейнів. Вони входять до більшості формул гідрологічних розрахунків. Серед них для оцінки змін, що відбуваються у структурі річкових систем під впливом антропогенних і природних факторів, важливим є порядок водотоку. За допомогою порядкової класифікації річкових систем можна отримувати інформацію про геоморфологічні, гідрологічні та екологічні особливості малих річок [4].

Річки, що мають різні порядки, відрізняються за довжиною, стоком наносів, водністю, структурним положенням і функціональною роллю в житті річкової системи. Важливими морфометричними показниками є також довжина річок різних порядків та їхня кількість у річковій системі певного порядку, щільність і густота річок, площа різнопорядкових водозбірних басейнів і схилів, що опираються на водотоки кожного порядку, а також площа

водозбору всієї річкової системи, його ширина, довжина і форма [2 - 4].

Для визначення масштабів трансформації річкової мережі басейну р. Смотрич був використаний коефіцієнт трансформації, який характеризує в узагальненому вигляді масштаби цих явищ. Коефіцієнт трансформації може бути додатнім (при скороченні кількості і довжини рік від початкового періоду до досліджуваного) або від'ємним (при збільшенні насичення річкової системи водотоками за цей же період). Щоб його отримати, необхідно попередньо зробити підрахунок кількості водотоків різних порядків у річковій системі та змінюваності їх довжини. Ці дані характеризують насичення річкової системи водотоками різних порядків, тобто рівень її структурної організації або складності будови. Ступінь складності будови річкової системи певного часового зрізу можна виразити структурною формулою[4]:

$$S_R^{Tn} = \frac{\sum n}{\sum l} : N_{max} \frac{N_n}{L_n} N_{max-1} \frac{N_{n-1}}{L_{n-1}} N_{max-2} \frac{N_{n-2}}{L_{n-2}} \dots N_1 \frac{n_1}{l_1}$$

де S_R^{Tn} – структура річкової системи на часовому зрізі T_n ; $\sum n$, $\sum l$ – загальна кількість і довжина річок у річковій системі (в од., км або %); N_{max} , N_{max-1}, \dots, N_1 – порядки складових підсистем річкової системи; n_n, \dots, n_1 , – кількість річок кожного порядку у річковій системі (в од. чи %); L_n, \dots, L_1 , – довжина річок кожного порядку в річковій системі (в км або % від загальної довжини річкової мережі). Для порівняльного аналізу одержаних за допомогою цієї формули параметрів, які характеризують стан річкової системи певних часових зрізів та встановлення масштабів змін, тенденцій перетворення структури, доцільно використовувати залежність типу:

$$K_T = (S_1 R_1 - S_2 R_2) \times 100\% / S_1 R_1$$

де $S_1 R_1$ – параметри структури річкової системи часового зрізу T_1 (кількість, протяж-

ність рік – загальна або певного порядку); $S_2 R_2$ – ті ж параметри часового зрізу T_2 ; K_T – масштаб трансформації системи за час T_2-T_1 . При наявності інформації про стан річкових систем в періоди T_1, T_2, \dots, T_n (у досліджуваних річкових системах басейну р. Смотрич обліковими були 1868, 1930 і 1985 рр.) виникає можливість виявити тенденції зміни структури річкових систем від одного облікового періоду до іншого, одержати їх кількісну оцінку, що створює одну з передумов для оцінки ролі природних і антропогенних факторів у цьому явищі, прогнозуванні розвитку річкових систем [2, 4].

Для визначення порядку водотоку річкової мережі басейну р. Смотрич була використана схема ранжування річок у річковій системі, запропонована Стралером-Філософовим, згідно з якою водотоком першого порядку вважається річка, яка не приєднує до себе інших приток. Водотік другого порядку утворюється внаслідок злиття двох водотоків першого порядку. Для утворення річки третього порядку необхідне злиття двох водотоків другого порядку і так далі за дихотомічною системою. Якщо зливаються два водотоки порядку n , то вони утворюють річку порядку $n + 1$. При злитті різнопорядкових водотоків таких змін не відбувається. Так, наприклад, при впадінні в річку четвертого порядку її приток першого, другого чи третього порядків порядок головної річки не змінюється [1, 4].

Підрахунок кількості річок різного порядку в головній річковій системі та в її підсистемах, вимір довжини річок кожного порядку здійснювали за допомогою різночасових топографічних карт масштабу (1:100000 – 1:115200). На основі виконаних робіт складено таблицю, яка характеризує структуру гідрографічної мережі р. Смотрич станом на 1868, 1930 і 1985 рр. та її зміни (табл. 1).

Таблиця 1.

Кількість водотоків різних порядків у річковій системі басейну р. Смотрич

Порядок річки	1868				1930				1985			
	кількість водотоків		довжина		кількість водотоків		довжина		кількість водотоків		довжина	
	од.	%	км	%	од.	%	км	%	од.	%	км	%
I	167	76,2	242,3	35,0	307	76,4	280,9	34,4	292	76,0	464,4	46,8
II	39	17,8	182,7	26,4	70	14,4	215,7	26,4	68	17,7	188,7	19,0
III	9	4,1	125,9	18,2	18	4,5	123,5	15,1	17	4,4	134,8	13,6
IV	3	1,4	14,2	2,0	6	1,5	60,1	7,4	6	1,6	72,2	7,3
V	1	0,5	127,9	18,4	1	0,2	136,6	16,7	1	0,3	132,2	13,3
Разом	219	100	693,0	100	402	100	816,8	100	384	100	992,3	100

у річковій системі басейну р. Смотрич протягом останніх 117 років неодноразово змінювалась. Протягом першого періоду (з 1868 р. до 1930 р.) вона збільшилась на 83,6% : з 219 водотоків до 402. Головною причиною є антропогенне втручання – проведення в кінці XIX ст. на початку XX ст. осушувальних робіт. В результаті чого було створено багато нових меліоративних річок-каналів. Їх будівництво відбувалось в основному на місці тимчасових водотоків (балок) або понижених заболочених ділянках. Крім того, відбулося відновлення стоку по долинах, які на карті 1868 р. позначені як балки. Варто також врахувати можливість деяких картографічних помилок, які є на карті 1868 р.

Протягом другого періоду (з 1930 р. до 1985 р.) кількість річок першого порядку зменшилась на 4,5%: з 402 водотоків до 384. Це зумовлено відмиранням приток першого порядку внаслідок посилення ерозійно-аккумулятивних процесів, побічними явищами яких є зниження рівня ґрунтових вод, посилення евтрофікації, погіршення екологічного стану малих водотоків і подальша їх деградація. Відмирання водотоків першого порядку компенсувалося проведенням меліоративних робіт. Однак кількість новоутворених водотоків була меншою від кількості зниклих. Зміни відбулися і з довжиною річок, але вона протягом двох періодів зростала. Так, з 1868 р. до 1930 р. збільшилась на 15,2%, з 693 км. до 816,8 км., а з 1930 р. до 1985 р. – на 17,7% , з 816,8 км. до 992,3 км. Дані зміни відбулися внаслідок створення нових річок-каналів і подовження існуючих водотоків природного чи антропогенного походження. Зменшення кількості водотоків зі збільшення їх загальної протяжності протягом другого періоду пояснюється відмиранням природних приток незначної протяжності та створенням штучних річок-каналів більшої довжини порівняно з тими, що припинили своє існування.

Складність будови річкових систем в різні часові зрізи відображають такі структурні формули:

$$S_{Смотр.}^{R_{1868}} = \sum \frac{219}{693} V \frac{1}{127,9} IV \frac{3}{14,2} III \frac{9}{125,9} II \frac{39}{182,7} I \frac{167}{242,3}$$

$$S_{Смотр.}^{R_{1930}} = \sum \frac{402}{816,8} V \frac{1}{136,6} IV \frac{6}{60,1} III \frac{18}{123,5} II \frac{70}{215,7} I \frac{307}{280,9}$$

$$S_{Смотр.}^{R_{1985}} = \sum \frac{384}{992,3} V \frac{1}{132,2} IV \frac{6}{72,2} III \frac{17}{134,8} II \frac{68}{188,7} I \frac{292}{464,4}$$

Оцінюючи складність структури річкових систем басейну р. Смотрич, порівняємо

реальну їх насиченість водотоками різних порядків з мінімально можливою, але достатньою для виникнення водотоків вищих рангів. Для цієї мети використаємо залежність: $K_n = 2^n - 1$, де K_n – мінімально необхідне число водотоків, n – порядок головної ріки [1]. Річка Смотрич в різні часові зрізи була водотоком V порядку. Розрахунки показують, що для її виникнення мінімально необхідна кількість водотоків мала б становити 31 од. З табл. 1. бачимо, що реальне число річок різних порядків тут у 7-13 разів перевищує мінімально необхідне, тобто система має підвищену складність.

Річкова мережа басейну р. Смотрич характеризується пониженою водоносністю і транспортуючою здатністю, інтенсивним і тривалим антропогенним навантаженням, що в сукупності спричинили значні трансформаційні зміни в структурі річкової системи.

Коефіцієнт трансформації загальної кількості річок басейну р. Смотрич за період від 1868 р. до 1930 р. становить -83,6%, а коефіцієнт трансформації загальної довжини водотоків – -17,9%. Аналогічні коефіцієнти трансформації річкової мережі за період від 1930 р. до 1985 р. становлять 4,5% і -21,5% відповідно.

У структурі річкової системи басейну р. Смотрич станом на 1868 р. кількість водотоків першого порядку становила 167 од. з сумарною довжиною 242,3 км. (рис. 1 і 3), а їх частка – 76,2% і 35,0% від загальної кількості і довжини відповідно (рис. 2 і 4).

На річки другого порядку припадало 39 водотоків із загальною довжиною 182,7 км. (рис. 1 і 3), що становило 17,8% та 26,4% (рис. 2 і 4) від загальної кількості і довжини відповідно. У сумі річки першого-другого порядків становили 94% загальної кількості та 71,4% загальної протяжності гідромережі. На річки третього порядку припадало 4,1% від загальної кількості, а сумарна довжина становила 18,2%. Кількість та довжина річок четвертого порядку відповідно, становила 1,4 та 2,0% від сумарної кількості та довжини. Кількість водотоків п'ятого порядку становила 0,52%, а довжина водотоків 18,4% від загальної протяжності річкової системи. Реальна кількість водотоків перевищувала мінімально допустиму для порядкоутворення в 7 раз.

У 1930 р в басейні р. Смотрич простежувалось таке співвідношення між різноранговими річками: на водотоки першого порядку припадало 76,4% (307 од.) від загальної кількості

кості та 34,4% (280,9 км.) від сумарної довжини водотоків; на річки другого, – відповідно, 14,4 та 26,4%; на річки третього – 4,5% та 15,1%; на річки четвертого і п'ятого порядків – 1,5 і 0,2% від загальної кількості та 7,4 і 16,7% загальної

протяжності водотоків річкової системи. Реальна кількість водотоків перевищувала мінімально допустиму для порядкуутворення у 13 раз.

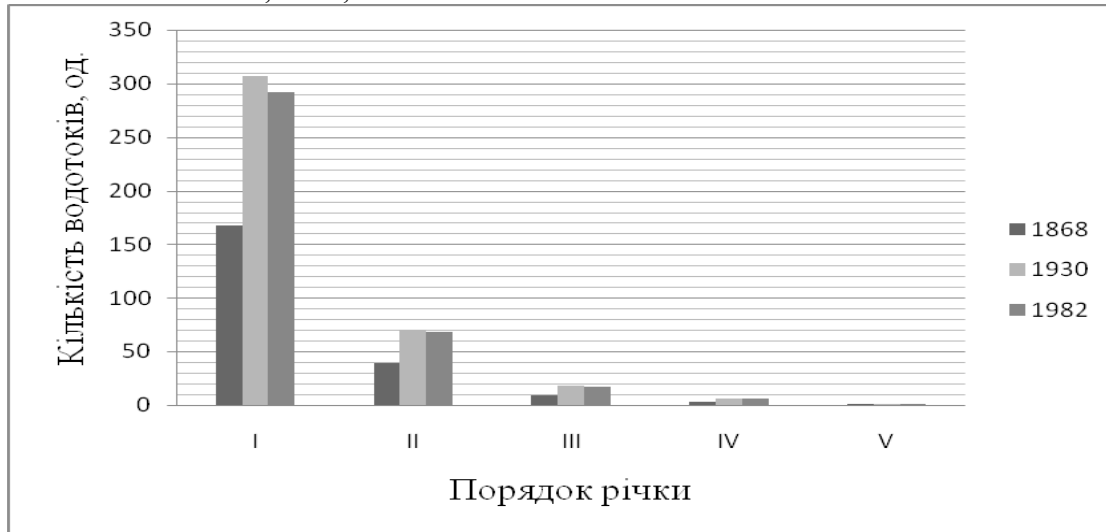


Рис. 1. Динаміка кількості водотоків у басейні р. Смотрич

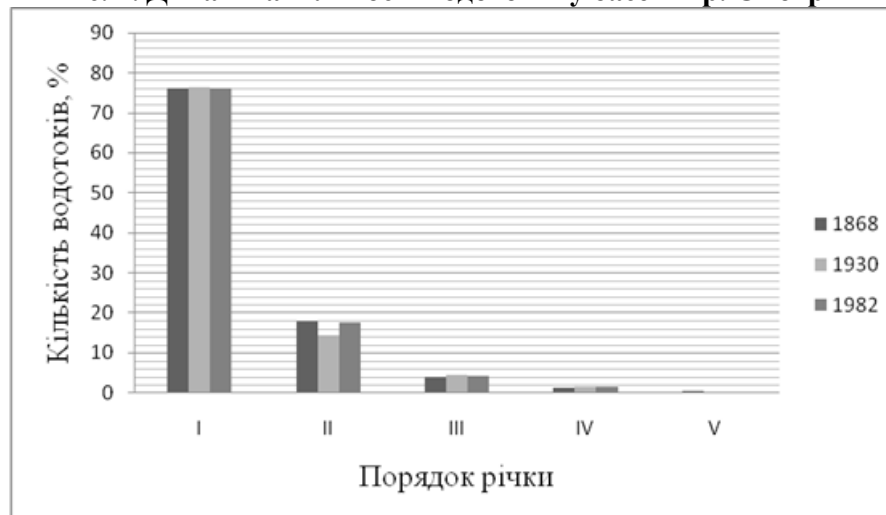


Рис. 2. Динаміка кількості водотоків у басейні р. Смотрич, %

На часовому "зрізі" 1985 р. вказані раніше співвідношення в основному збереглися, хоча для ступеня насичення річкових систем різноранговими водотоками простежено тенденцію як до підвищення (результат меліорації), так і пониження (наслідок процесів пересихання, замулювання водотоків). У цілому на водотоки 1-го порядку припадало 76,0% від загального числа різнорангових рік і 46,8% від сумарної їх довжини. Водотоки 2-го порядку становили 17,7% за кількістю і 19,0% за сумарною довжиною. На ріки цих рангів у структурі річкової системи припадало 94,7% загального числа і 65,8% сумарної довжини. На річки третього порядку – 4,4% та 13,6%; на річки четвертого і п'ятого порядків – 1,6 і 0,3% від загальної кількості та 7,3 і 13,3% (рис. 2 і 4) загальної протя-

жності водотоків річкової системи. Реальна кількість водотоків перевищувала мінімально допустиму для порядкуутворення у 12 раз.

Серед водотоків першого порядку в різні часові зрізи переважали річки з середньою довжиною 1-2 км. (1868 р. – 1,5 км., 1930 р. – 0,9 км., 1985 р. – 1,6 км.). Саме такі річки є нестійкими щодо змін водності і транспортувальної здатності, часто пересихають і майже по всій території басейну заростають гідрофільною рослинністю (очеретом, осокою) та чагарниками (верболозом та ін.) [4].

Аналіз параметрів структури річкової системи, отриманих унаслідок опрацювання різночасових карт, показує, що протягом 117 років у басейні р. Смотрич відбулись суттєві зміни: утворилися нові водотоки (в основному в

результаті меліорації) і припинили існування інші (внаслідок процесів пересихання, замулювання) (рис. 5). Протягом першого періоду (з 1868 р. до 1930 р.) відбулося збільшення як кількості водотоків, так і їх довжини. Протягом другого періоду (з 1930 р. до 1985 р.) відбулося зменшення кількості водотоків, однак збільшилася їх довжина. Різниця між водотоками першого порядку за перший період становить 140 од., а їхня довжина збільшилась

на 38,6 км., за другий період кількість водотоків зменшилась на 15 од., а їхня довжина збільшилась на 183,5 км. Кількість річок другого порядку за перший період збільшилась на 31 од., а їхня довжина на 33 км.; за другий період кількість водотоків зменшилась на 2 од., а їхня довжина – на 27 км. Кількість річок третього порядку за перший період збільшилась на 9 од., а за другий – зменшилась на 1 од. Їхня

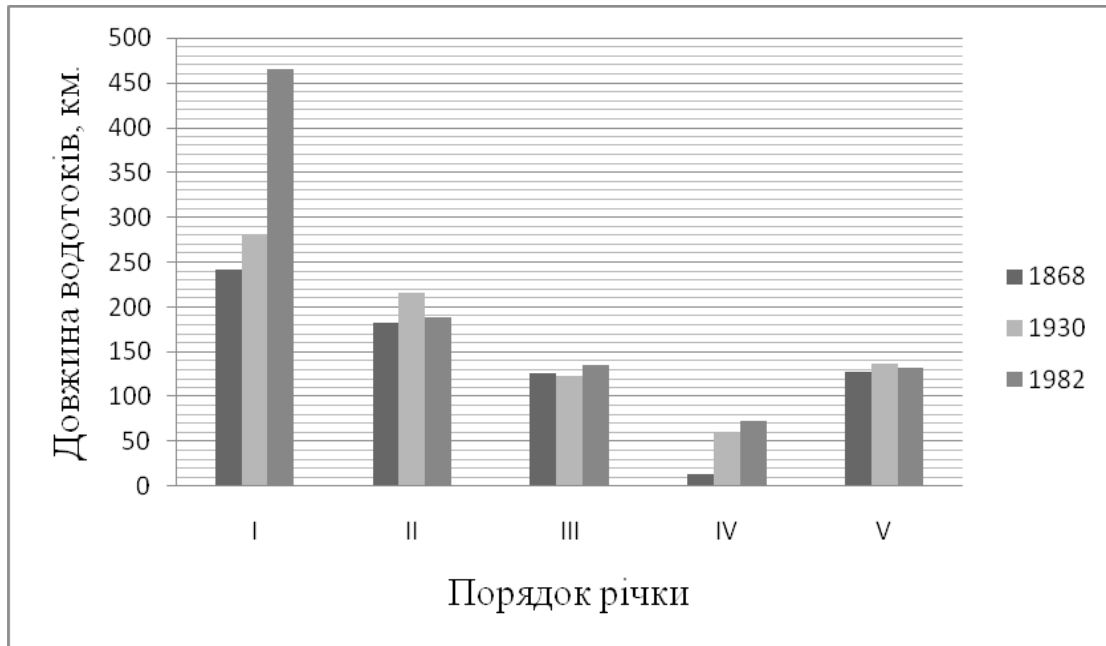


Рис. 3. Динаміка довжини водотоків у басейні р. Смотрич, км.

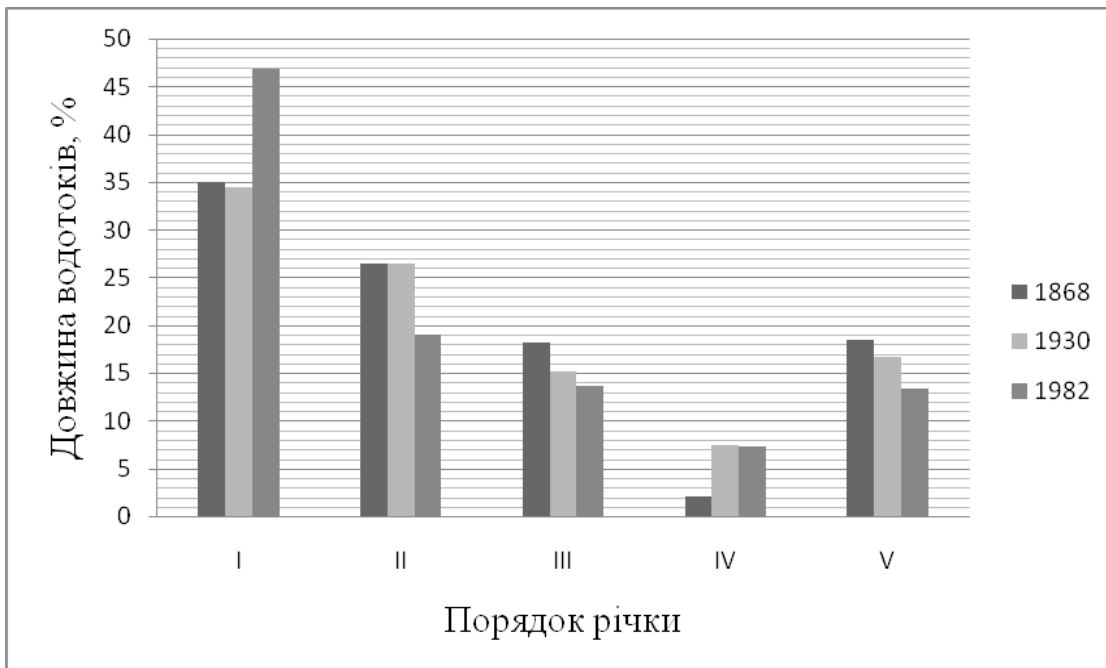


Рис. 4. Динаміка довжини водотоків у басейні р. Смотрич, %



Рис. 5 (А). Структура річкової мережі у басейні р. Смотрич на 1868 р.

довжина за перший період зменшилась на 2,4 км., а за другий – збільшилась на 11,3 км.

Збільшення довжини водотоків другого-третього порядків за перший період зумовлене створенням у процесі меліоративних робіт нових річок-каналів. Зменшення довжини водотоків другого порядку за другий період зумовлене тим, що частина з них переходить у нижчий ранг, через малу довжину й площу водозбору та під впливом антропогенного тиску ці річки швидко замулюються, заростають водною рослинністю і поступово деградують.

Кількість водотоків четвертого порядку за перший період збільшилась на 3 од., а їхня довжина – на 45,9 км.; за другий період кількість водотоків не змінилась, а їхня довжина збільшилась на 12,1 км. Такі зміни можна пояснити насамперед трансформацією структури річкової системи (переходом водотоків першого порядку у другий, другого – у третій).

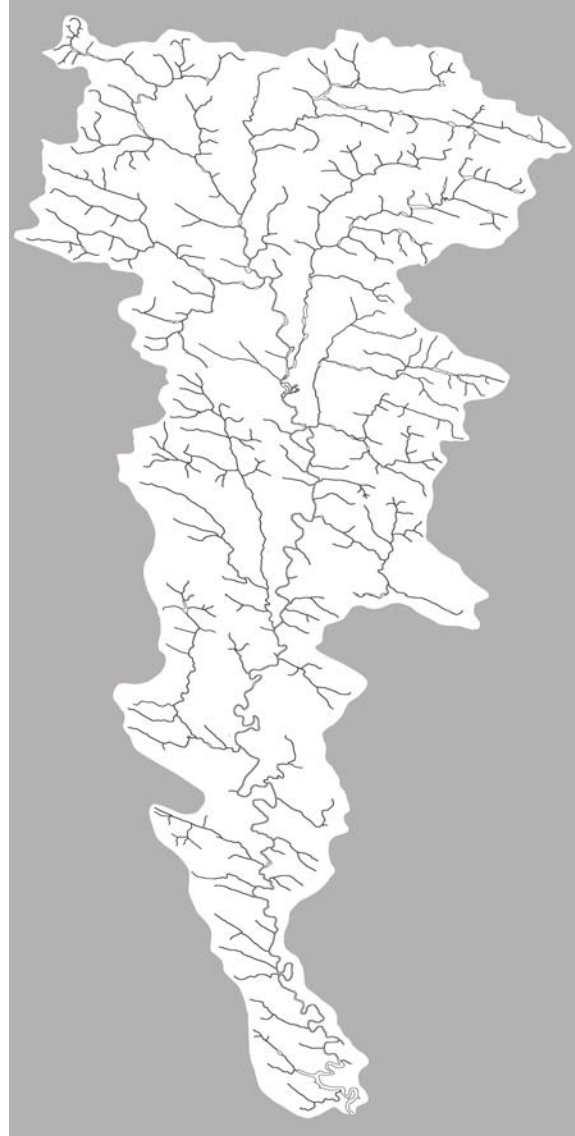


Рис. 5 (Б). Структура річкової мережі у басейні р. Смотрич на 1930 р.

Змін у кількості річок п'ятого порядку за два періоди не відбулось, проте збільшилась їхня довжина за перший період на 8,7 км. і зменшилась за другий – на 4,4 км.

На структуру річкової мережі впливають як природні, так й антропогенні фактори, але вплив перших проявляється поступово і діє на річкову систему опосередковано. Значно більшим є спектр антропогенних впливів на басейн. Серед них можна виділити: зарегулювання стоку, розорювання заплав і водозбору, меліоративні роботи, вирубка лісів, розробка руслових і заплавних кар'єрів [6].

Інтенсифікація природокористування в басейні р. Смотрич, спричинена розвитком сільського господарства і промисловості. Вона призводить до наростання темпів і масштабів трансформації структури річкової мережі. Ін-

тенсивне розорювання заплавних земель, регулювання стоку, меліорація, розробка руслових і заплавних кар'єрів, штучне зрошення земель призводить до зниження рівня ґрунтових вод, зменшення величини стоку і транспортувальної здатності річок, що спричинило обміління і пересихання невеликих водотоків. Через інтенсивну вирубку лісів та розорювання прибережних заплав посилюються схилі ерозійні процеси, через що їх продукти в надмірній кількості попадали у русла малих річок. Це призвело до обміління чи повної деградації річкової мережі у верхній частині басейну.

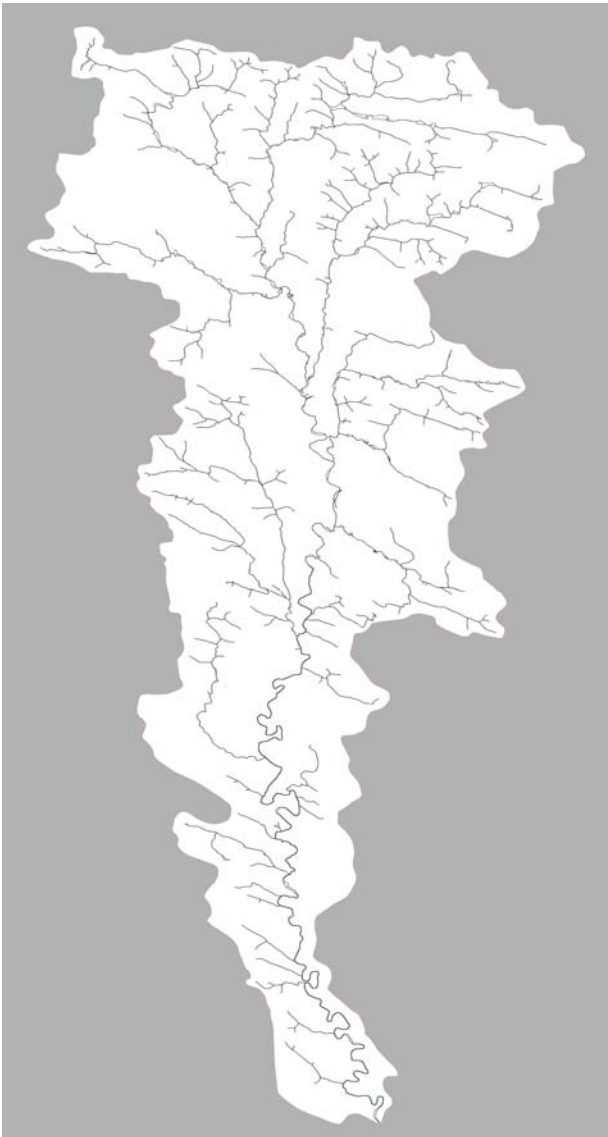


Рис. 5 (В). Структура річкової мережі у басейні р. Смотрич на 1958 р.

На погіршення екологічної ситуації в басейні р. Смотрич впливає забір води з русла, а також виведення з ладу очисних споруд, що пов'язано з фізичним та моральним їх зношенням і відсутністю коштів на будівництво нових, ремонт та реконструкцію старих.

Розвиток господарювання призвів до освоєння річкових долин, забудови терас та річкових заплав, розорювання схилів, використання їх під присадибні ділянки, які в басейні р. Смотрич прилягають до урізу води. Через відсутність у таких місцях систем централізованого водопостачання та каналізації, стоки і побутове сміття скидаються безпосередньо в річку, внаслідок чого малі притоки забруднюються та перетворюються в каналізаційні канали.

Для зменшення антропогенного впливу на структуру річкової мережі басейну р. Смотрич та оптимізації природокористування необхідно провести такі заходи: розробити і впровадити комплексні схеми протиерозійного землеустрою басейнових систем, реалізація яких забезпечить зменшення надходження наносів в русла річок; виключити з оранки всі заплавні землі; збільшити площу лісонасаджень, особливо на крутих сильно еродованих схилах, у водоохоронних зонах; покращити гідравлічні умови руслового стоку, які сприятимуть зростанню швидкостей течії і її транспортуючої здатності [6].

Впровадження у практику господарювання оптимізаційних заходів є основою для збереження малих і середніх водотоків басейну р. Смотрич, відновлення їх водності та покращення екологічного стану.

Висновки. На підставі порівняння даних, отриманих унаслідок опрацювання різночасових карт, можна зробити висновки, що протягом 117 років у басейні р. Смотрич відбулись суттєві зміни в структурі річкової мережі: утворилось багато нових водотоків, водночас деякі з них припинили своє існування. В структурі річкової мережі басейну р. Смотрич в різні часові зрізи переважали водотоки першого-другого порядків з середньою довжиною 1-2 км. Невеликі розміри водотоків – головна причина їх малої водності, пониженої транспортуючої здатності, високої сприйнятливості до антропогенного впливу, схильності до процесів евтрофікації, замулення, пересихання, відмирання і перетворення в балки.

Література:

1. *Ананьев Г.С.* Динамическая геоморфология: Учебное пособие / Под. ред. Г.С. Ананьева, Ю.Г. Симонова, А.И. Спиридонова. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 448 с.: ил.
2. *Ковальчук І.П.* Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз / *І.П. Ковальчук*. – Львів: Ін-т українознавства, 1997. – 440 с.
3. *Ковальчук І.П.* Прикладна гідроекологія : навч. посібник / *Ковальчук І.П., Каганов Я.І., Сливка Р.О.* – Львів: Вид-во Львів, ун-ту, 2000. – 228 с.
4. *Ковальчук І.П.* Речные системы Западного Подолья: методика выявления масштабов и причин многолетних изменений их структуры и экологического состояния / *И.П. Ковальчук, П.И. Штойко* // Геоморфология. – 1989. – №4. – С. 27-33.
5. *Кукурудза С.І.* Гідроекологічні проблеми суходолу / *С.І. Кукурудза*. – Львів : Світ, 1999. – 232 с.
6. *Ободовський О.Г.* Гідролого-екологічна оцінка руслових процесів (на прикладі річок України) –К.: Ніка-Центр, 2001. –274 с.

Резюме:

Самар В. ТРАНСФОРМАЦІЯ РЕЧНОЇ СЕТИ В ПРЕДЕЛАХ БАСЕЙНА Р. СМОТРИЧ.

Изложены результаты анализа структуры речной сети бассейна реки Смотрич, а также оценка ее трансформации в течение последнего столетия. Проанализированы природные и антропогенные факторы, воздействовавшие на речную систему и экологическое состояние бассейна. Предложены оптимизационные меры по сохранению малых водотоков бассейна Смотрича.

Ключевые слова: структура речной системы, малая река, порядок реки, водотоки, трансформация речной системы.

Summary:

Samar V. TRANSFORMATION OF RIVER NETWORKS WITHIN THE BASIN OF THE SMOTRYCH.

The publication Analysis of river network structure within the basin of the Smotrych, and evaluation of its transformation over the last century. Analysis of natural and anthropogenic factors that affect the structure of the river system and environmental state of the pool. An optimization measures for the conservation of small and medium-sized watercourses Basin Smotrych.

Examination of land use in the basin of the canyon. The main features of its functional (economic) and spatial organization in the studied area. The estimation of ecological stabilizing and destabilizing effects of agricultural land use forms depending on their area of technology and physiographic conditions.

The dependence of the degree of erosion of soil particles from agricultural land (especially arable land). A direct and indirect correlation depending on the natural features of landscapes.

Folding table of watercourses of different orders in the river basin system, the Smotrych during the last century, charts the dynamics of watercourses in the basin of the Smotrych and river network structure of Maps in the basin of the Smotrych.

Keywords: structure of river systems, was a river, order rivers, streams, transformation of the river system.

Рецензент: проф. Ковальчук І.П.

Надійшла 07.05.2012р.