

УДК 556.1

**Костенюк Л.В.**

## **Стік наносів в басейні Верхнього Пруту**

В статті наведено загальний огляд стоку наносів в басейні Верхнього Пруту, характеристика та просторовий розподіл мутності, середніх витрат наносів та модуля стоку в межах даного басейну.

**Ключові слова:** стік наносів, витрата наносів, модуль стоку, мутність.

**Костенюк Л.В. Сток наносов в бассейне Верхнего Прута.** В статье приведены общий обзор стока наносов в бассейне Верхнего Прута, характеристика и пространственное распределение мутности, средних расходов наносов и модуля стока в пределах данного бассейна. **Ключевые слова:** сток наносов, расход наносов, модуль стока, мутность.

**Kostenyur L.V. Sewer alluvium in pool of the river Prut.** General review of the sewer alluvium are brought In article in pool of the river Prut, feature and spatial distribution to turbidities, average expenses alluvium and module of the sewer within given pool. **Keywords:** sewer alluvium, consuption alluvium, module of the sewer, turbidity.

**Вступ.** Закономірності руслових процесів тісно пов'язані із величиною та мінливістю стоку наносів, механізмом їх транспортування, а сам стік наносів є одним з головних факторів руслоформування.

Стік наносів та його зв'язок із характеристиками та показниками форм прояву руслових процесів в теорії руслових процесів є не достатньо вивченим питанням. Насамперед це пов'язано із відсутністю реальних даних про стік зважених і волочених наносів та високою варіантністю характеристик стоку по довжині річки. Складність полягає також у подвійній природі стоку наносів: він є фактором руслових процесів з яким пов'язано утворення і розвиток форм русла і форм руслового рельєфу і в той же час їх похідною, оскільки наноси поступають в потік при розмиві русла чи надходять зі схилів площі басейну.

В цілому, стік наносів впливає на руслові процеси через зміну співвідношення між його величиною і транспортуючою здатністю потоку. При незмінності останнього параметру, збільшення стоку наносів веде до їх акумуляції і росту об'ємів річкових відкладів, а зменшення – до розмиву дна і

берегів річок та відповідно, зменшенню об'ємів відкладів. Це і є головною причиною вертикальних та горизонтальних деформацій русла.

Стік наносів включає дві складові: завислі та волочені наноси. Завислі наноси сформовані дрібними фракціями, волочені – більш крупними фракціями. В різних природних умовах їх співвідношення між собою досить мінливе, що, відповідно, і впливає на форми прояву руслових процесів, напрям і інтенсивність руслових деформацій. При незначній мутності води завислі наноси в основному є транзитними і більшу роль в процесах формування русла мають волочені наноси. В таких умовах транспортуюча здатність реалізується за рахунок стоку волочених наносів. При більшій мутності завислі наноси стають руслоформуєчими [3].

**Вихідні передумови.** Характеристика стоку наносів річок Українських Карпат є досить складним питанням, саме тому літературних джерел про розподіл і крупність наносів окремих рік регіону не багато.

**Постановка завдання.** Дати загальну характеристику стоку наносів в басейні Верхнього Пруту, на основі аналізу даних спостережень Гідрометеорологічної служби України.

**Виклад основного матеріалу.** Участь завислого і волоченого матеріалів в формуванні русла проявляється в співставленні кумулятивних кривих гранулометричного складу наносів. При цьому, волочені наноси не залежно від їх генезису є руслоформуєчими. При їх абсолютній перевазі та великій крупності (гравійно-галькові, галькові, гальково-валунні) завислі наноси залишаються транзитними і їх кумулятивні криві не перекриваються. Це характерно для гірських річок. Більш типовим вважається [4] співвідношення, при якому найбільш крупні завислі наноси входять в категорію руслоформуєчих і криві пересікаються в своїх крайніх частинах.

В досліджуваному басейні зустрічаються кумулятивні криві обох, вище названих типів. Для постів розміщених в гірській частині басейну, де русла річок складені крупними алювіальними формами (5 постів) стандартні кумулятивні криві гранулометричного складу наносів мають такий вигляд: (рис. 1).

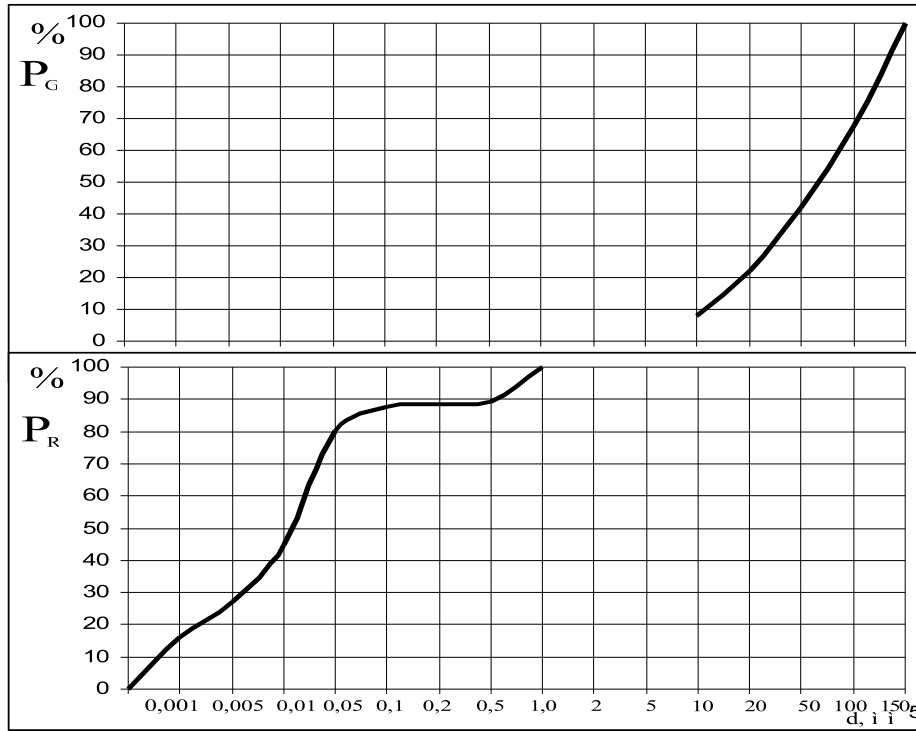
І тільки для кумулятивних кривих гранулометричного складу наносів передгірної ділянки р.Прут спостерігається часткове перекриття кривих (рис. 2).

Стік наносів формується із твердого матеріалу, що надходить в річку з водами приток, тимчасових водотоків, приноситься вітром, потрапляє в русло при обвалах, осипах та зсувах. Водночас, в потік поступають наноси за рахунок розмивів ложа та берегів рік. Частина перенесеного рікою матеріалу утворює грядові форми рельєфу русла, що зміщуються по річці і формують стік волочених наносів.

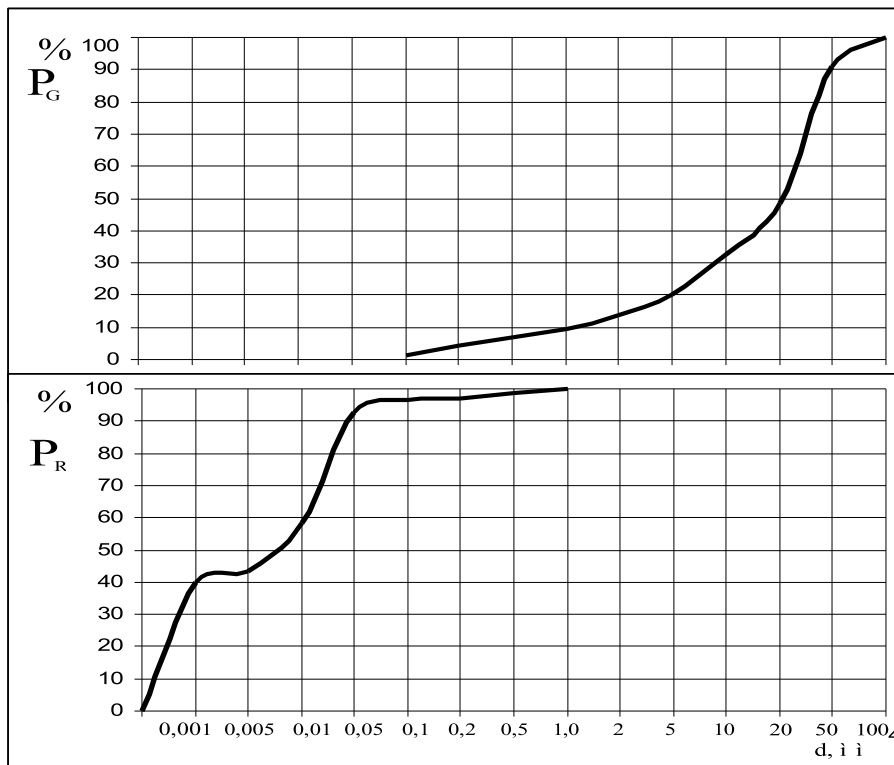
Ці форми мають здатність відновлюватись, якщо вони були штучно зруйновані через забір галечно-гравійного та піщаного матеріалів на будівництво. Швидкість відновлення грядових форм, а також інтенсивність змін русла пов'язані з нерівномірністю стоку тим сильніше, чим більший стік наносів [4].

В досліджуваному басейні Верхнього Пруту на даний час проводиться спостереження за наносами тільки на 5 постах (табл. 1). З 1997 року вимірювання стоку наносів в м. Чернівці припинились, але попередній тривалий ряд спостережень (46 р.) за стоком наносів в даній точці дав можливість більш об'єктивно оцінити його розподіл у басейні Верхнього Пруту, враховуючи також передгірну його ділянку.

Декілька не тривалих спостережень (3-4 р.) за стоком завислих наносів та



**Рис. 1. Кумулятивна крива гранулометричного складу наносів.**  
 $P_G$  – волочених,  $P_R$  – завислих. р.Прут – с.Кремінці (Татарів). Ппроба 4.05.2004 р.



**Рис. 2. Кумулятивна крива гранулометричного складу наносів.**  
 $P_G$  – волочених,  $P_R$  – завислих. р.Прут – м.Чернівці. Ппроба 29.04.1988 р.

Таблиця 1.

**Періоди гідрометеорологічних спостережень за наносами в басейні Верхнього Пруту**

Пости	Період спостережень		
	Мутність	Витрата завислих наносів	Гранулометричний склад наносів
р.Прут – смт.Ворохта	1978-2007	1978 – 2007	1982-1988, 1995
р.Прут – с.Кремінці (Татарів)	1968-2007	1968 – 2007	1970-2007
р.Прут – м.Яремча	1966-2007	1955 – 1957, 1959 – 2007	1965-2007
р.Прут – м.Чернівці	1966-1997	1950 – 1997	1955-1958, 1960, 1962-1997
р.Кам'янка – с.Дора	1967-2007	1967 – 2007	1965-2007
р.Черемош – с.Устеріки	1970-2007	1971 - 2007	1970-1985, 1988, 1993

гранулометричним складом проводились також по постах на р.Чорний Черемош в с. Верхній Ясенів та м. Верховина, і на р. Білий Черемош – с.Яблуниця. Проте цих даних надто мало для об'єктивного аналізу і в загальній оцінці стоку ми ними не користувались. Максимальний часовий період спостережень за витратами наносів становить всього 52 роки, на посту р.Прут – м.Яремча, мінімальний – 30 років в смт.Ворохта. Цього явно не достатньо для того, щоб у повній мірі проаналізувати та оцінити режим і просторово-часову динаміку стоку наносів в даному басейні.

*Стік завислих наносів.* Даний показник залежить від величини середньої багаторічної витрати і мутності води. Мутність змінюється залежно від зональних і азоняльних природних факторів, на які накладається антропогенне навантаження на річковий басейн і русла річок. Типовою закономірністю є збільшення мутності у річок рівнинних та передгірних територій в порівнянні з гірськими річками [4].

Середнє багаторічне значення стоку завислих наносів у досліджуваному басейні коливається від 0,0856 кг/с (р.Прут – смт.Ворохта) до 46,438 кг/с (р. Прут – м. Чернівці). Середній багаторічний модуль стоку в межах даного басейну змінюється від 40 до 255 т/км<sup>2</sup> по вище названим постах. В роки підвищеної водності та проходження катастрофічних паводків модуль стоку збільшується, його найвищі значення в межах даного басейну складають 1800 т/км<sup>2</sup> для р. Прут в м. Чернівці та 660 т/км<sup>2</sup> для р. Кам'янка.

Сумарний стік завислих наносів протягом року розподілений так: 58 % припадає на літній період, 32 % - на весняний і 10 % - на осінній періоди. Хоча спостерігались і зимові екстремальні значення витрат наносів, зокрема на посту р. Прут – м. Чернівці в 1950 р. (лютий), та на посту р.Прут – м.Яремча в 1957 р. (грудень). Проте такі випадки є поодинокими, і скоріш за все пов'язані з раптовими і тривалими відлигами, що призвели до неочікуваного збільшення водності і, відповідно, збільшення стоку наносів.

Сезонний розподіл стоку наносів по даним постах в басейні мінливий, проте завжди максимальні значення припадають на літній період з найбільшою кількістю екстремальних витрат наносів у липні для р. Прут на постах в смт.Ворохта, с.Кремінці та м.Яремча та у червні для р. Прут в м. Чернівці та р.р. Кам'янка і Черемош (табл. 2).

Мінімальні витрати завислих наносів спостерігаються в осінньо-зимовий період, як результат зменшення стоку води. Найбільше значення літнього стоку наносів (66%) у сезонному його розподілі характерне для р.Кам'янка. Ця невелика, довжиною 7 км, гірська притока р.Прут, з площею басейну всього 18,9 км<sup>2</sup> та середньою багаторічною витратою – 0,34 м<sup>3</sup>/с є типовим гірським потоком, що в період дощових паводків здатен переносити чималу кількість

Таблиця 2.

**Розподіл стоку наносів по сезонам (у %) в басейні Верхнього Пруту на основі даних багаторічних спостережень**

Пости	Зима	Весна	Літо	Осінь
р.Прут – смт.Ворохта	0	33	52	15
р.Прут – с.Кремінці (Татарів)	0	30	58	12
р.Прут – м.Яремча	2	22	63	13
р.Прут – м.Чернівці	1	39	59	1
р.Камя'нка – с.Дора	0	29	66	5
р.Черемош – с.Устеріки	0	37	52	11

дрібноуламкового матеріалу. Для цієї ріки середнє багаторічне значення витрати наносів складає 36,38 кг/с, що поступається тільки середнім багаторічним витратам наносів р. Прут в м.Чернівці. Максимальне значення одиної проби відбору наносів р.Кам'янка є найбільшим в межах досліджуваного басейну (див. табл. 3). Для цього водотоку за даними спостережень характерна найбільша

Таблиця 3.

**Основні характеристики середніх багаторічних витрат зважених наносів в басейні Верхнього Пруту**

Пости	Середня багаторічна витрата, кг/с	Максимальна середньорічна витрата, кг/с	Мінімальна середньорічна витрата, кг/с	Максимальне значення одиної проби наносів, кг/с	Середній модуль стоку, т/км <sup>2</sup>
р. Прут – смт. Ворохта	0,0856	0,91 1982 р.	0,008 1990 р.	88 2001 р.	40
р. Прут – с. Кремінці (Татарів)	1,953	4,7 1974 р.	0,43 1990 р.	1800 1994 р.	157
р. Прут – м. Яремча	3,914	51 1969 р.	0,24 1961 р.	2700 1969 р.	154
р. Прут – м. Чернівці	46,438	200 1974 р.	1,5 1990 р.	41000 1974 р.	255
р. Кам'янка – с. Дора	36,380	570 1969 р.	0,002 1967 р.	110000 1973 р.	241,5
р. Черемош – с. Устеріки	4,800	12 1998 р.	0,5 1990 р.	2400 1987 р.	98,7

амплітуда коливання середньорічного стоку води.

Для всіх постів в басейні Верхнього Прута максимальний стік завислих наносів добре узгоджується з періодами найбільшої водності і проходженням катастрофічних паводків в басейні (1955, 1956, 1969, 1970, 1973, 1974, 1980, 1981, 1982, 2005, 2006, 2007 р.р.). Збільшення середнього значення стоку спостерігається також протягом 1-3 років після проходження таких паводків, як результат поступового виносу твердого матеріалу, що наповнив русла в паводок.

Мутність річок в басейні Верхнього Пруту змінюється від 1-5 г/м<sup>3</sup> в осінньо-зимовий період до 650-9200 г/м<sup>3</sup> під час проходження літніх високих паводків. В середньому мутність в межах басейну складає 15 – 145 г/м<sup>3</sup>. Найнижчі показники мутності води характерні для гірської частини Прута, закономірно збільшуючись на його передгірній ділянці. Протягом року висока мутність на річках басейну спостерігається під час весняного водопілля та літніх паводків. Екстремальні значення мутності води також зафіксовані під час проходження катастрофічних паводків (табл. 4).

Таблиця 4.

**Порівняння середньорічних та максимальних значень мутності в період проходження катастрофічних паводків в басейні Верхнього Пруту**

Пости	Мутність					
	1969		1980		2005	
	Сер., г/м <sup>3</sup>	Макс., г/м <sup>3</sup>	Сер., г/м <sup>3</sup>	Макс., г/м <sup>3</sup>	Сер., г/м <sup>3</sup>	Макс., г/м <sup>3</sup>
р. Прут – смт. Ворохта	-	-	7,5	1300	14,4	950
р. Прут – с. Кремінці (Татарів)	37	2900	21,6	1100	41,3	2300
р. Прут – м. Яремча	71,5	18000	45	3200	33,7	2300
р. Прут – м. Чернівці	218	9800	291	10000	-	-
р. Кам'янка – с. Дора	62	6200	28,4	1600	76,4	5400

Різні умови формування стоку завислих наносів у різних частинах басейну Верхнього Пруту призводять до регіональних змін мутності та модуля стоку наносів.

Для річок басейну Верхнього Пруту гранулометричний склад завислих наносів досить неоднорідний. В різних пропорціях в ньому представлені частки діаметром від 1 до 0,5 мм і менше. Під час проходження значних по водності паводків в стан завислих наносів можуть переходити також гравійні наноси.

В середньому для гранулометричного складу завислих наносів р.Прут по постах в смт. Ворохта, с. Кремінці та м. Яремча найбільшу частку (30-60%) займають частинки діаметром 0,05-0,01 мм (середній і дрібний пісок), а найменш представлені наноси діаметром 1-0,1 мм (1-2%). Для замикаючого створу в м. Чернівці ситуація дещо інша: 30-40% припадає на глинисті частки діаметром <0,01 мм, і тільки 1-2% на крупний пісок розміром 1-0,5 мм.

Для р.Кам'янка до 70% припадає на часточки діаметром 0,05-0,005 мм, і на піщані фракції діаметром 1-0,2 мм всього 0,2-1,5%. В гранулометричному складі завислих наносів Черемошу 40-50% займають частинки 0,05-0,01 мм і до 10% припадає на середній пісок діаметром 0,5-0,2 мм. Для проб завислих наносів Черемошу складова крупного піску (1-0,5 мм) часто повністю відсутня.

**Висновок.** Недосконалість мережі спостережень за стоком наносів не дозволяє достатньо об'єктивно проаналізувати характер його розподілу в межах даного басейну. Тільки для ріки Прут пости спостереження більш рівномірно охоплюють гірську його течію, дані по яким можна порівнювати із замикаючим створом на передгірній його ділянці. Для р. Черемош дані по наносам фіксуються тільки по одному посту, тому зробити обґрунтований аналіз розподілу стоку наносів для цієї ріки по даним гідрометеослужби практично не можливо.

Використовуючи наявні дані розподілу стоку наносів в межах даного басейну та мутність води, можна стверджувати про закономірне збільшення модулів стоку та мутності води в річках басейну Верхнього Пруту від гірської частини басейну до передгірної його ділянки. Формування та режим стоку наносів тісно пов'язаний з коливаннями водності річок даного басейну та проходженням катастрофічних паводків в даному регіоні. Транспортуюча здатність річок цього басейну збільшується пропорційно збільшенню водності річок.

1. Гидрологический ежегодник. Том 2. Бассейн Черного и Азовского морей (без Кавказа). Вып. 0,1. – М.: Московское отделение Гидрометеоздта, 1941 – 1952, 1955 – 2008р.
2. Сток наносов, его изучение и географическое распределение / [ред. А.В. Караушев]. – Л.:

- Гидрометеиздат, 1977. – 240 с.
3. Чалов Р.С. Сток наносов и русловые процессы на больших реках России и Китая / Чалов Р.С., Лю Шугуан, Алексеевский Н.И. – М. : Изд-во МГУ, 1999. – 212 с.
  4. Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Т.1: Русловые процессы: факторы, механизмы, формы проявления и условия формирования речных русел. / Чалов Р.С. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. – 608 с.