

and flood protection in the Upper Dnister Floodplain. In: Roth et al., 2008. 11. Roth, M., R. Nobis, V. Stetsiuk, I. Kruhlov (Eds) (2008): Transformation processes in the Western Ukraine - Concepts for a sustainable land use. Weißensee Verlag Berlin

**Моделювання паводкового ризику в долині Верхнього Дністра і впливу на нього переміщення дамб**

*Ковальчук І., Кваст Й., Елерт Ф., Михнович А., Штайдль Й., Фріче С.*

*Досліджені ризики затоплення під час паводків та заходи послаблення їх. Ці роботи виконані в межах проекту German-Ukrainian BMBF/UNESCO „Transformation Processes in the Dnister Region”. Подано карти ризиків, моделювання розповсюдження та ступінь затоплення. Досліджено та обговорюється можливі удосконалення захисту від затоплення за допомогою дамб.*

**Моделирование паводкового риска в долине Верхнего Днестра и влияния на него перемещения дамб**

*Ковальчук И., Кваст Й., Элерт Ф., Михнович А., Шнайдль Й., Фриче С.*

*Исследованы риски затопления во время паводков и мероприятия послабления их, которые были частью работы в пределах проекта German-Ukrainian BMBF/UNESCO „Transformation Processes in the Dnister Region”. Показаны карты риска, моделирующие распространение и степень затопления. Исследованы и обсуждается возможное усовершенствование защиты от затопления настраиванием дамб.*

**Modelling of dike relocation scenarios for flood risk mitigation in the upper Dnister valley**

*Kovalchuk I., Quast J., Ehlert V., Mykhnovych A., Steidl J., Fritsche S.*

*Flood risk mapping and the investigation of mitigation measures were part of the research work within the frame of the German-Ukrainian BMBF / UNESCO joint research project „Transformation Processes in the Dnister Region” which was focussed towards the elaboration of concepts for a sustainable regional development of the Upper Dnister Region. Flood risk maps based on inundation modeling showed distribution and degree of risk-concerned areas within the flood plain. Possible improvement of flood protection by flood retention and dike relocation were investigated and discussed.*

УДК 556.537 + 551.482

**АНАЛІЗ ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ  
РУСЛОФОРМУЮЧИХ НАНОСІВ ВЕРХНЬОГО ПРУТУ**

*Ющенко Ю.С., Кирилюк А.О., Опеченик В.М.*

*Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича*

*Ключові слова:* руслоформуючі наноси, фотограметричний метод, гранулометричний склад, фракція, інтегральні криві

**Постановка проблеми.** Наноси є провідним фактором поділу алювіальних русел на класи та підкласи. Відомо, що для руслоформування більш важливим є дія придонних наносів. Її у свою чергу можна поділити на дію крупності донних часток та дію величини стоку наносів на руслові процеси.

Осереднені багаторічні величини руслоформуючих наносів не відображають всієї реальної картини їх транспортування. Воно

відбувається дуже нерівномірно і спостерігається під час паводків. Особливо це стосується найбільших, катастрофічних з них, що можуть формуватися в даних умовах 5-7 раз на 100 років. В ці періоди (за декілька діб) можуть бути перенесені за течією на різні відстані (в залежності від фракції) сотні тисяч тон наносів. Водночас у періоди низької водності стік наносів стає незначним. Як правило, у цей час проводиться масовий відбір алювію безпосередньо з русла річки та заплави. Русло при цьому деформується, і наступні паводки вже не можуть повністю відновити його стан: алювіальні форми утворюються на більш низьких відмітках і мають нові параметри.

Для визначення гранулометричного складу наносів нами використовувався фотограмметричний метод, що є доповненням до фотографічного і який базується на застосуванні перехідного коефіцієнту. Його впровадження дозволяє суттєво скоротити час збору інформації та охопити більшу територію досліджень. Застосування методу можливе не тільки для переважно валунного складу, але і для руслоформуєчих наносів зі значним вмістом дрібних фракцій.

**Мета роботи.** Апробація фотограмметричного методу та визначення гранулометричного складу руслоформуєчих наносів Верхнього Пруту.

**Аналіз досліджень.** Важливість дослідження руслоформуєчих наносів полягає у тому, що вони приймають безпосередню участь в утворенні руслових форм та визначають генералізований тип руслового процесу. Дані про алювіальне середовище регіону Верхнього Пруту та Передкарпаття в цілому формувались завдяки багаторічним дослідженням гідрометслужби та науковців. Зокрема, О.Н.Кафтаном та В.В.Онищуком був вивчений розподіл донних відкладів річок Українських Карпат та складена відповідна карта середніх діаметрів частинок. Також, О.Г.Ободовським та З.В.Розлачем були проведені дослідження руслоформуєчих відкладів річок басейну Дністра [8]. При визначенні гранулометричного складу відкладів дослідники використовували метод ситового аналізу та обмірювання і зважування наносів. Крім того, відомим є і фотографічний метод [4,7], що може бути застосований тільки для валунного та гальково-валунного складу відкладів. Враховуючи структуру алювіального середовища дна долини Верхнього Пруту виникла необхідність застосування фотографічного методу з певними удосконаленнями.

**Головні матеріали досліджень.** Для досягнення поставленої мети нами був проведений ряд експедиційних досліджень вздовж течії Верхнього Пруту із використанням фотограмметричного методу.

Його сутність полягає у фотографуванні відкладів, наступному визначенні кількості часток різних фракцій на фотографії та обчисленні їхнього відсоткового вмісту відповідно до числа часток або займаних площ. При цьому використання першого або другого із зазначених прийомів залежить від характеру залягання частинок. Фотографування відкладів проводиться безпосередньо на річці, без порушення природного

характеру залягання алювію. На ділянку, що фотографується встановлюється масштабна рамка, яка в подальшому допомагає визначити площу кожного фотознімка. За масштабом виготовляють серію кілець – трафаретів, діаметри котрих відповідають розмірам фракцій, що виділяються. Розподіл часток до тієї чи іншої фракції виконується на основі порівняння їх площ на фотознімках з площами стандартних кілець. Знаючи кількість та середній діаметр часток кожної фракції і вважаючи, що вага частинок пропорційна кубу її діаметра, можна визначити ваговий вміст фракції у відсотках відносно загального вмісту відкладів.

Крім того, треба враховувати не просто пропорційність  $d^2$  та  $d^3$ , а перехід від площ частинок до їх об'єму (ваги). Для наносів дрібніших фракцій (особливо дрібна галька, заповнювач) кількість частинок визначити практично неможливо або не раціонально. Тому реально знаходити лише співвідношення площ. Але при цьому необхідно робити перехід від площ до ваги фракцій. Для цього пропонуємо удосконалення (розвиток) методики фотограмметрії.

Площа частинки наносів становить:

$$F_q = \pi d^2 / 4 \quad (1)$$

Вага частинки наносів становить:

$$P = \gamma V = \gamma \pi d^3 / 6, \quad (2)$$

де  $\gamma$  - питома вага частинок наносів;  $V$  - об'єм частинок наносів.

Водночас наноси не заповнюють весь простір під занятою фракцією площею. Тому, за необхідності, можна перейти від питомої ваги власне частинок до питомої ваги їх сукупностей “у рихлому” тілі ( $\gamma'$ ). Відомо, що для відкладів річкових наносів  $\gamma \approx 2,65$  г/см<sup>3</sup>, а  $\gamma' \approx 2$  г/см<sup>3</sup>. Слід зауважити також, що при обрахунках відсоткового вмісту фракцій питання про питому вагу практично знімається. Співвідношення (коефіцієнт переходу) між площами та вагою фракцій буде наступним:

$$K_n = \frac{P_\phi}{F_\phi} = \frac{2}{3} \gamma' \bar{d}, \quad (3)$$

де  $\bar{d}$  - середній діаметр фракції;  $P_\phi$  - вага фракції;  $F_\phi$  - площа зайнята частками фракції

$$P_\phi = K_n \cdot F_\phi \quad (4)$$

Перераховуючи таким чином вагу фракцій з фотознімку ми отримуємо дані, які більш відповідають шару алювіального самовимощення. Оцінку ж крупності всіх наносів можна отримати через дослідження шарів самовимощення.

За даними В.В. Онищука та О.Н. Кафтана на річках Українських Карпат співвідношення середніх діаметрів шарів самовимощення та основної частини наносів може досягати 1,5-2 і більше. За даними Р.С. Чалова та М.І. Алексеєвського крупність відмостки на 30-40 % більша крупності залягаючих під нею відкладів [1].

Фотограмметричний метод аналізу має ряд суттєвих переваг над методом, що ґрунтується на обмірюванні часток і ситовому поділі на

фракції [6, 10]. Основні переваги полягають у тому, що він зменшує витрати праці й часу в польових умовах, дозволяє аналізувати склад відкладів на більших площах і з достатньою точністю, відкриває можливість виконання аналізів без порушення природного стану відкладів.

Поряд із закономірними змінами руслоформування вздовж течії Верхнього Пруту відбуваються також зміни гранулометричного складу та стану наносів, особливо придонних. У природних умовах за даними О.Н. Кафтана та В.В. Онищука їх середній діаметр біля с. Кременці становив понад 160 мм, біля м. Яремче – понад 250 мм, біля с. Завалля – понад 30 мм, а біля м. Чернівці – 28 мм. Нами в польових та камеральних умовах фотограмметричним способом був визначений склад руслоформуєчих наносів Верхнього Пруту. Дані результати представлені в табл. 1. Умовний відсотковий вміст фракцій був перерахований за методикою вказаною вище.

Отримані результати використані для побудови інтегральних кривих розподілу руслоформуєчих наносів (рис. 1–6), які є більш інформативними для руслознавчих досліджень. На графіках пунктиром вказані криві, перераховані за формулою (4).

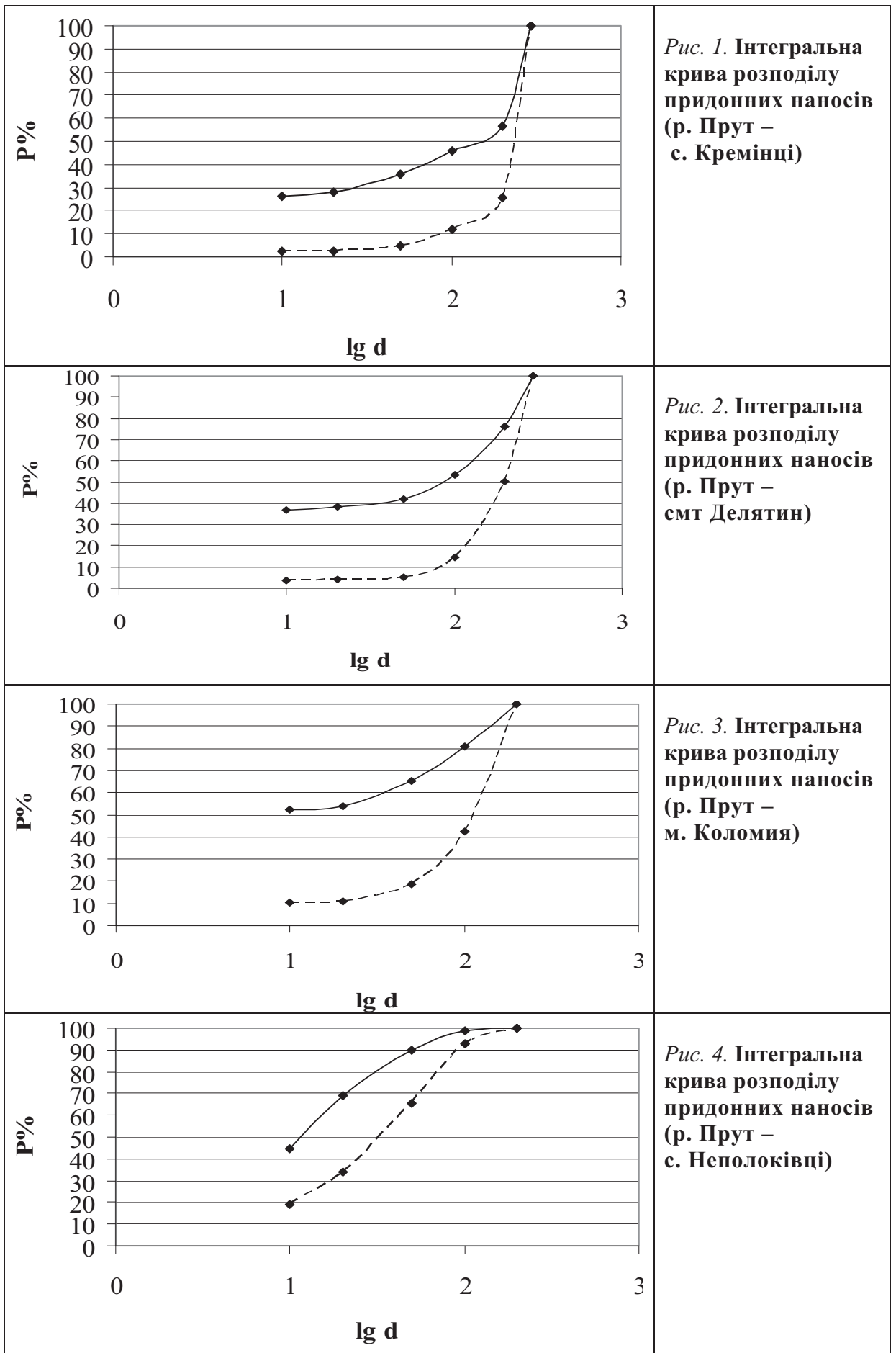
Відповідно, значення середніх діаметрів поверхневих частин відкладів становлять: с. Кременці – 250 мм, смт Делятин – 200 мм, м. Коломия – 100 мм, с. Неполоківці – 32 мм, м. Чернівці – 35 мм, с. Маршинці – 23 мм. Перехід до середніх діаметрів також можливий із врахуванням коефіцієнтів співвідношення, які вже досліджувались для річок Українських Карпат та для інших регіонів.

**Висновки.** Фотограмметричний метод є удосконаленням фотографічного і базується на застосуванні перехідного коефіцієнту від площ до ваги фракцій. Ефективність запропонованого методу полягає у можливості аналізувати відклади на більших площах та визначати їх гранулометричний склад зі значним вмістом дрібних фракцій.

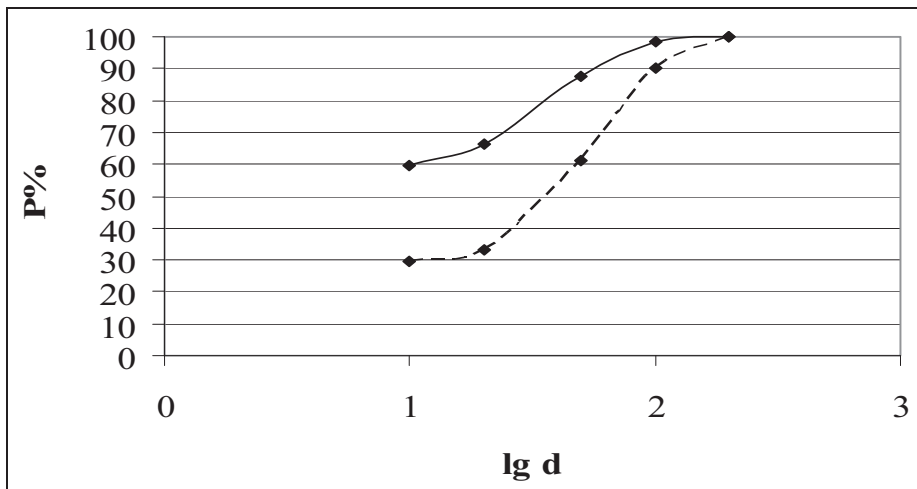
Проведений аналіз показав, що інтенсивність транспортування наносів вздовж всієї досліджуваної течії Верхнього Пруту залишається високою. Склад руслоформуєчих наносів змінюється за течією від валунного до валунно-галькового і переважно галькового та дрібно галькового. Фракція гравійних часток майже відсутня, вони зустрічаються лише у вигляді домішок.

**Таблиця 1. Умовний гранулометричний склад наносів Верхнього Пруту  
вздовж течії (відсотковий вміст фракцій за зайнятими площами)**

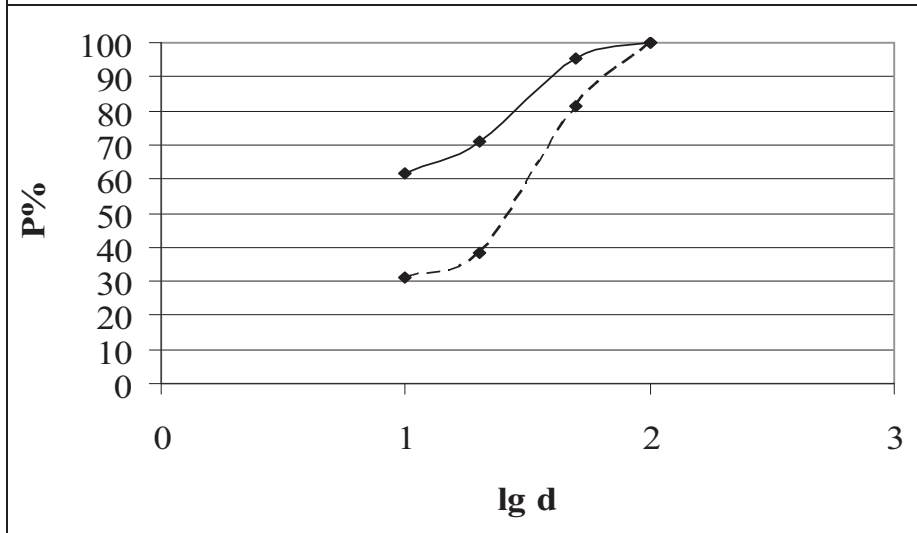
№ п/п	Річка – пункт, тип донних відкладів	Фракція, мм	D <sub>ср</sub> , см	Середня площа однієї частки (S), см <sup>2</sup>	Кількість часток (n), шт	Площа зайнята на фотознімку (f = S·n), см <sup>2</sup>	Відсотковий вміст фракцій (від загальної площі), %
1	р.Прут-кін. с.Кремінці, пляж	>200	20	314	12.6	3956.4	43.19
		200-100	15	176.6	5.55	980.3	10.7
		100-50	7.5	44.2	21.85	965.77	10.54
		50-20	3.5	9.6	73	702	7.7
		20-10	1.5	1.8	95.5	168.68	1.8
		<10	-	-	-	2387.87	26.06
2	р.Прут-поч. с.Мт.Делятин, пляж	>200	20	314	6.7	2103.8	23.76
		200-100	15	176.6	11.45	2022.07	22.84
		100-50	7.5	44.2	23.4	1034.28	11.68
		50-20	3.5	9.6	29.5	283.2	3.2
		20-10	1.5	1.8	83.5	150.3	1.7
		<10	-	-	-	3260.699	36.82
3	Прут – м. Коломия, пляж	> 200	20	314	-	-	-
		200-100	15	176,6	9,1	1607,06	19
		100-50	7.5	44,2	30,4	1343,68	15,9
		50-20	3.5	9,6	98,5	945,6	11,2
		20-10	1.5	1,8	64,5	116,1	1,4
		<10	-	-	-	4430,79	52,5
4	Прут – с. Неполоківці, гряда	> 200	20	314	-	-	-
		200-100	15	176,6	0,55	97,13	1,2
		100-50	7.5	44,2	17,05	753,61	8,7
		50-20	3.5	9,6	191,25	1836	21,2
		20-10	1.5	1,8	418,25	2091,25	24,2
		<10	-	-	-	3864,29	44,7
5	р.Прут- м. Чернівці-1, пляж	>200	20	314	-	-	-
		200-100	15	176.6	0,85	150,96	1,8
		100-50	7.5	44.2	19,6	866,32	10,5
		50-20	3.5	9.6	184,5	1771,2	21,4
		20-10	1.5	1.8	316	568,8	6,9
		<10	-	-	-	6642,72	59,4
6	Прут – с. Маршинці, пляж	> 200	20	314	-	-	-
		200-100	15	176,6	-	-	-
		100-50	7.5	44,2	9,15	404,43	4,9
		50-20	3.5	9,6	206	1977,6	24,1
		20-10	1.5	1,8	430	774	9,4
		<10	-	-	-	5064,54	61,6







*Рис. 5. Інтегральна крива розподілу придонних наносів (р. Прут – м. Чернівці)*



*Рис. 6. Інтегральна крива розподілу придонних наносів (р. Прут – с. Маршинці)*

### Список літератури

1. Алексеевский Н.И. Движение наносов и русловые процессы / Н.И. Алексеевский, Р.С. Чалов. – М. : Изд-во МГУ, 1997. – 166 с.
2. Базилевич В.А. Изменение состава донных наносов в процессе деформации речного русла / В.А. Базилевич // Водные ресурсы. – 1979. – №6. – С. 105-117.
3. Изменения морфологии русла и руслообразующих наносов от истока до устья (на примере Терека) / [Лодина Р.В., Рашутин Д.В., Сидорчук А.Ю., Чалов Р.С.] // Геоморфология. – 1987. – № 1. – С. 86-93.
4. Карасев И.Ф. Гидрометрия / И.Ф. Карасев, А.В. Васильев, Е.С. Субботина – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 376 с.
5. Караушев А.В. Общие закономерности транспорта наносов и формирования речных русел / А.В. Караушев // Доклады секции русловых процессов НС ГКНТ. – 1986. – Вып. 1. – С. 20-32.
6. Кирилюк А.О. Геогідроморфологічний аналіз розвитку русла та заплави Верхнього Пруту: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук: спец. 11.00.07 “Гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія”/ А.О. Кирилюк. – К., 2009. – 20 с.
7. Лучшева А.А. Практическая гидрометрия / А.А. Лучшева. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 423 с.
8. Розлач З.В. Просторово-часові зміни крупності руслоформуєчих відкладів на водотоках басейну Дністра (в межах України) /З.В. Розлач // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2008. – Т. 14. – С. 108-116.
9. Структурные формы перемещения и расход наносов в руслах, сложенных крупным аллювием / Кафтан А.Н., Кузнец А.Я., Онищук В.В., Копалиани З.Д. // Гидрофизические процессы в реках и водохранилищах. – М. : Наука, 1985. – С. 159-162.
10. Ющенко Ю.С. Геогідроморфологічні закономірності розвитку русел / Ю.С. Ющенко. – Чернівці : Рута, 2005. – 320 с.

## **Аналіз гранулометричного складу руслоформуючих наносів Верхнього Пруту**

**Ющенко Ю.С., Кирилюк А.О., Опеченик В.М.**

*При аналізі руслоформуючих наносів Верхнього Пруту використаний фотограмметричний метод. Він суттєво зменшує витрати праці та часу в польових умовах, дозволяє аналізувати склад відкладів на великих площах і з достатньою точністю. Його застосування можливе не лише для переважно брилового складу, але і для руслоформуючих наносів з високим вмістом дрібних фракцій. Пропонується удосконалення методики фотограмметрії для переходу від площ до ваги фракцій. Побудовані інтегральні криві розподілу руслоформуючих наносів верхньої частини течії р. Прут.*

## **Анализ гранулометрического состава руслоформирующих наносов Верхнего Прута**

**Ющенко Ю.С., Кирилюк А.О., Опеченик В.М.**

*При анализе руслоформирующих наносов Верхнего Прута использован фотограмметрический метод. Он существенно уменьшает затраты труда и времени в полевых условиях, разрешает анализировать состав отложений на больших площадях и с достаточной точностью. Его применение возможно не только для преимущественно глыбового состава, но и для руслоформирующих наносов с высоким содержанием мелких фракций. Предлагается усовершенствование (развитие) методики фотограмметрии для перехода от площадей к весу фракций. Построены интегральные кривые распределения руслоформирующих наносов верхней части течения р. Прут.*

## **Analysis of granulometric composition of the Upper Prut riverbed-forming alluviums**

**Yushchenko S., Kyrylyuk A., Opечenyk V.**

*Photogrammetrical method is applied when analyzing riverbed-forming alluviums of the Upper Prut. The method helps to essentially save labor and time costs while in the field, as well as allows for a sediment analysis with sufficient precision within a much bigger plot. Its application is allowable not only for boulder composition, but also for riverbed-forming alluviums with high inclusion of small fractions. We suggest our own improvements (development) of the photogrammetric to move from the fraction area to its weight. The integral curves of the Prut River (its upper part stream) riverbed-forming alluviums distributions are presented.*

УДК 556.161

## **ОЦІНКА ВПЛИВУ МІНЛИВОСТІ ПІВНІЧНО-АТЛАНТИЧНОГО ТА СКАНДИНАВСЬКОГО КОЛИВАНЬ НА ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ УКРАЇНИ**

**Лобода Н.С., Коробчінська А.О.**

*Одеський державний екологічний університет*

**Ключові слова:** *Північно-Атлантичне і Скандинавське коливання, гідрометеорологічний режим, зміни температур*

**Вступ.** В останні роки в багатьох регіонах Землі спостерігається зміна клімату. Зокрема, на території України наприкінці ХІХ століття відбулися зміни середніх річних температур повітря, річних сум опадів та річного