

¹С. В. Мельник, канд. техн. наук, доцент

²Н. С. Лобода, доктор геогр. наук, професор

¹кафедри прикладної екології і гідрогазодинаміки

Одеського національного політехнічного університету,
просп. Шевченка, 1, Одеса-44, 65044, Україна

²завідувач кафедри гідроекології і водних досліджень

Одеського державного екологічного університету,
вул. Львівська, 15, Одеса-16, 65016, Україна

ДИНАМІКА СТОКУ НАНОСІВ ВЕРХНЬОЇ ЧАСТИНИ ДНІСТРА

У коливаннях стоку річних наносів у створі р. Дністер — м. Самбір виділяється період (1969–1984 рр.), коли порушується однорідність ряду спостережень та характер зв'язків між стоком твердих наносів й стоком води. Причинами можуть бути підвищені антропогенні тиски у цей період та зміни характеру формування стоку. Дослідження динаміки річного стоку показали, що в характері формування стоку твердих наносів відбулися зміни, пов'язані із змінами водності і живлення річки через зростання підземної складової стоку.

Ключеві слова: стік наносів, річка Дністер, підземне живлення річок, зміни клімату.

Вступ

Актуальність роботи міститься в необхідності дослідження впливу змін водного режиму, обумовлених як кліматичними умовами, так і водогосподарською діяльністю, на режим наносів з використанням даних попередніх років та останнього десятиріччя, яке відповідає початку 21-го сторіччя.

Стан проблеми. Перші дані по середній багаторічній мутності річок Європейської території СРСР були опубліковані у 1941 р. Г. В. Лопатиним. Пізніше вони були доповнені та оновлені Г. І. Шамовим. Ці роботи хоча й узагальнювали колосальний фактичний матеріал, але не могли бути використаними для регіональних цілей. Протягом накопичення даних почали з'являтися роботи, в яких проводився більш детальний аналіз стоку наносів річок України. Таким прикладом можуть бути роботи Н. І. Дрозда й З. О. Горещької, які виконані в 60-ті роки минулого сторіччя [3, 4]. Детальним розрахункам пересічномісячного й пересічного багаторічного стоку наносів річок Українських Карпат, залежно від впливу різноманітних гідрологічних факторів, присвячені роботи С. М. Кочубея [6]. За участю В. І. Вишневського виконаний великий обсяг робіт по розрахунках та обліку стоку наносів. Карта мутності річок України з урахуванням певних змін наведена в роботі [2]. В роботі І. П. Ковальчука, А. Б. Михновича [5] звертається увага на наявність тенденцій до різкого зростання стоку наносів карпатських річок у 1963–1970 рр. та 1976–1985 рр., яка пояснюється впливом гірничотехнічної, лісозаготівельної, землеробської та інших видів

господарської діяльності, змінами водності. У період економічної кризи, пов'язаної із занепадом СРСР та формуванням нової структури господарства незалежної України, антропогенний тиск на басейни річок, на думку вказаних авторів, зменшився, а зростання стоку води й наносів призупинилося. Проте з другої половини 90-х років минулого сторіччя знов спостерігається інтенсивне збільшення стоку води і наносів. Воно, за даними [10], пов'язане зі збільшенням інтенсивності розвитку господарства, часто має неконтрольований характер та недостатнє наукове обґрунтування.

Дані сучасного моніторингу верхнього Дністра висвічуються у роботах О. В. Пилипович [10, 11], де відмічається, що амплітуда коливання модулів стоку завислих наносів та витрат води за період 1948–2004 рр. для басейнів річок гірської частини сточища Дністра є досить великою. Такі зміни розглядаються як результат впливу багатьох чинників, виявлених при аналізі багаторічної динаміки стоку наносів, води та кількості опадів в пункті спостереження м. Самбір. За результатами цього аналізу виявлено, що максимальні показники стоку наносів (740–640 т/км² за рік) припадають на 1968–1970 рр. і перевищують пересічний багаторічний показник (166 т/км² за рік) в чотири з половиною рази. Крім цього, максимальні показники стоку завислих наносів в часі не корелюються з максимальними показниками витрат води та показниками кількості опадів, що, на думку О. В. Пилипович, може свідчити про вплив інших чинників, зокрема, вирубування лісів, які інтенсивно проводились в даному регіоні в кінці 60-х — середині 70-х років минулого століття.

Мотивом для написання даної роботи послужила публікація у 2006 р. статті І. П. Ковальчука, А. Б. Михновича [5]. В цій роботі надається глибокий та багатогранний аналіз динаміки стоку річок зазначеного регіону, його розподілу по сезонах. Аналізуються причини та екологічні наслідки багаторічних змін стоку у басейні верхнього Дністра. Серед інших гідрологічних наслідків наводиться і аналізується кумулятивна крива залежності модуля стоку наносів від витрат води з 1950 р. до 1990 р. Автори даної роботи визнали доцільним продовження досліджень [2, 3, 4, 5] з метою подальшого вивчення наносів Дністра при поповненні рядів спостережень.

Метою даної роботи є аналіз динаміки стоку води та наносів Верхнього Дністра за 1950–2008 рр. та виявлення закономірностей їх змін на початку 21-го сторіччя. Об'єктом дослідження є верхня частина водозбору р. Дністер. Дністер бере початок на висоті 760 м с гори Розлуч. Станом на 2007 р. в басейні Дністра існує 25 постів, на яких ведуться спостереження за стоком води та наносів. В межах досліджуваної території існує два таких поста. Перший пост є с. Стрілки, яке розташоване на висоті 395 м над рівнем моря, площа водозбору становить 384 км², а середня висота — 620 м. Другий пост є в м. Самбір, що знаходиться на висоті 300 м в 39 км нижче від першого за течією. Площа водозбору тут становить 850 км², а пересічна висота 570 м. Між цими постами в Дністер впадають три річки: Лінінка, Яблонька, Кшелянка (рис. 1). Регулярні спостереження за твердим стоком здійснюються на створі г/п Самбір з 1950 р., а у створі г/п Стрілки — з 1964 р. Розрахунки виконувалися за стандартом [6, 12, 13].

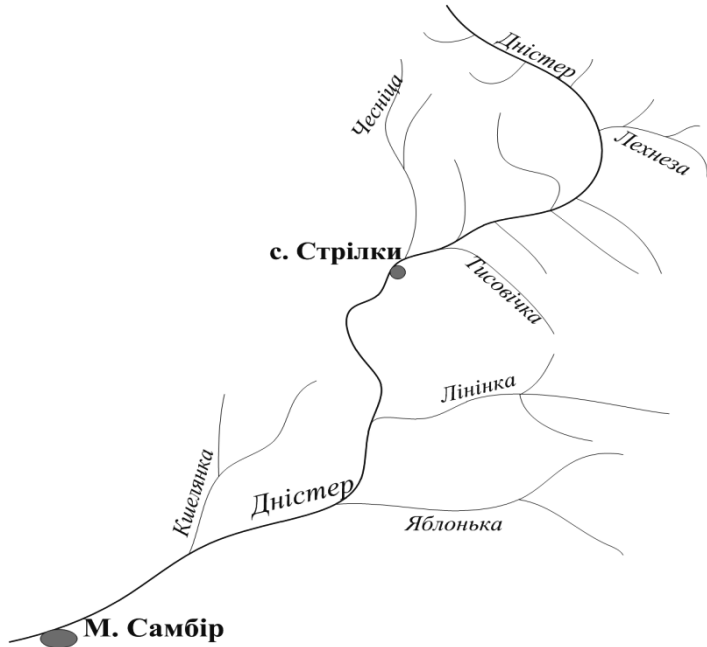


Рис.1. Схема досліджуваної ділянки р. Дністер

Отримані результати та їх аналіз

Аналіз різницевих інтегральних кривих річних опадів (метеостанція «Львів») та річного стоку (р. Дністер — г/п Самбір) дозволив установити, що коливання цих гідрометеорологічних характеристик відбуваються майже синхронно. Позитивна фаза у коливаннях річних величин опадів та стоку почалася з 1964 р. і закінчилася на початку 80-х років. Наступна негативна фаза продовжувалася до середини 90-х, після чого знов відбувся перехід до позитивної фази (рис. 2). Коливання річних наносів у створі р. Дністер — г/п Самбір із деяким запізненням проходять у відповідності із коливаннями водності. Однак позитивна фаза коливань водності другої половини 90-х слабо виражена (рис. 3). Негативна фаза у коливаннях стоку наносів триває до 1968 р., позитивна фаза — до 1985 р., після чого знов спостерігається негативна фаза, на фоні якої відбулося «збурення» у 1997–2001 рр. Тобто починаючи з середини 80-х років характер коливань стоку наносів отримує нові риси, які вказують на зміни в зв'язку стоку наносів з водним стоком. Якщо розглянути різницеву інтегральну криву максимального стоку, то можна визначити перехід до позитивної фази коливань у середині 90-х (рис. 4), який мало позначився на коливаннях стоку наносів.

Аналіз кумулятивних кривих (рис. 5 та 6) також дозволив виявити лише дві характерні точки (1968 р. та 1983–1984 рр.). Для оцінки статистичної однорідності ряд стоку наносів був розбитий на три частини:



Рис. 2. Різницева інтегральна крива середньорічних витрат р. Дністер (м. Самбір) та кількості опадів на метеостанціях м.

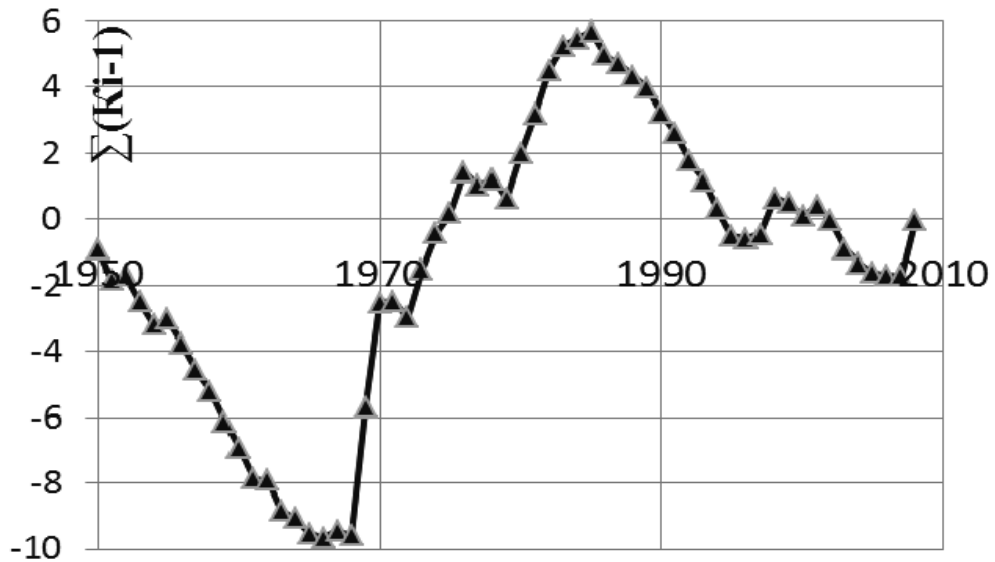


Рис. 3. Різницева інтегральна крива стоку наносів р. Дністер — м. Самбір

відповідно періодам змін кута нахилу відрізків на кумулятивних кривих [12, 13]. Статистична однорідність вибірок визначалася на основі непараметричних критеріїв Вілкоксона. Розрахунки інверсійних та рангових критеріїв дають схожі результати і свідчать, що перша та третя вибірка належать до однієї генеральної сукупності на рівні значущості 0,05. При порівнянні першої та третьої вибірок число інверсій дорівнює 158 та



Рис. 4. Різницеві інтегральні криві максимальних за рік витрат р. Дністер на гідропостах с. Стрілки і м. Самбір

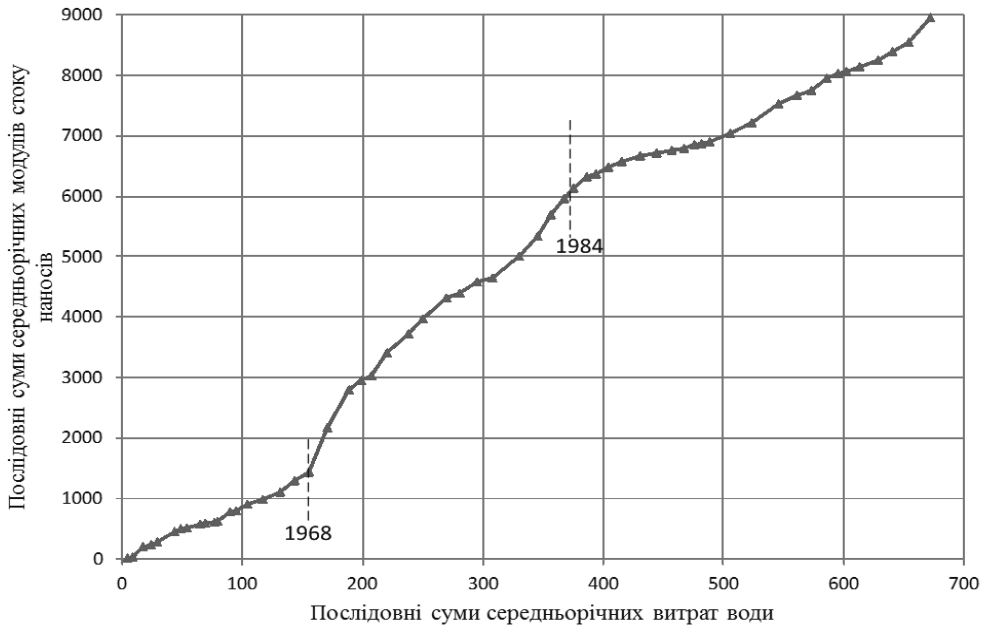


Рис. 5. Кумулятивна крива залежності середньорічних модулів стоку наносів ($t/км^2$) і витрат води ($м^3/с$) р. Дністер (м. Самбір)

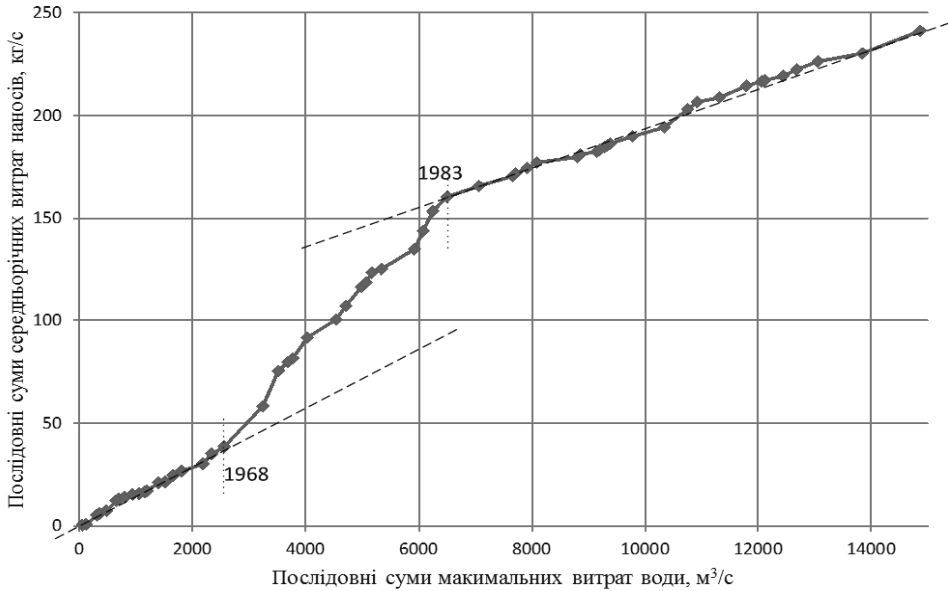


Рис. 6. Кумулятивна крива залежності середньорічних витрат наносів і максимальних витрат води р. Дністер на г/п Самбір

298, тоді як границями критичної області є 146 і 310. З цього випливає, що формування стоку наносів у період 1969–1983 рр. відзначалося дією певного чинника, до якого, насамперед, багато авторів відносять антропогенний. Проте огляд верхньої частини басейну р. Дністер за допомогою сервісу Google Earth та співставлення сучасних зображень з відповідними картами та архівними даними показав, що населені пункти мало змінили свої контури, не виявлено великих промислових новобудов, нових водосховищ, систем водопостачання та змін площі лісів, які могли б вплинути на режим річки. З 1984 р. дія певного чинника зупиняється. Ряд стоку наносів відновляє свою однорідність відносно періоду 1950–1968 рр. Про це свідчать результати статистичного аналізу і графіки на рис. 5, 6. Тому основною причиною зміни кута нахилу на кумулятивній кривій, яка відмічалась в [5], можна вважати фазу підвищеної водності, яка відбувалась з 1969 р. до 1983 р.

Аналіз різницевих інтегральних кривих річного стоку у обох створах показав наявність різниці у характері коливань максимального стоку верхнього та нижнього створів (рис. 4), що можна пояснити різною генетичною природою формування стоку [1]. Водозбір р. Дністер до г/п Стрільки може розглядатися як малий, на якому значна частина талих або дощових вод втрачається на інфільтрацію у водоносні горизонти, чому сприяє значна площа вкриття лісами, яка досягає 40 %. Площа водозбору р. Дністер на г/п Самбір майже у три рази більша у порівнянні із водозбором р. Дністер на г/п Стрільки, і хоча залісеність на цьому водозборі становить 51 %, але внесок підземного живлення у формування стоку зростає.

Ряд авторів у своїх дослідженнях звернули увагу на зростання підземного живлення річок України у останні два десятиріччя. Ця обставина пояснюється зростанням температур повітря у зимовий сезон, зменшенням глибини промерзання ґрунтів, збільшенням кількості відлиг, що сприяє інтенсивній фільтрації талих та дощових вод у водоносні горизонти.

Аналіз розподілу стоку по місяцях за різні розрахункові періоди дозволив установити, що збільшення підземного стоку сприяє вирівнюванню розподілу стоку, при якому зростає внесок зимових (лютий) та осінніх місяців у формування стоку (рис. 7).

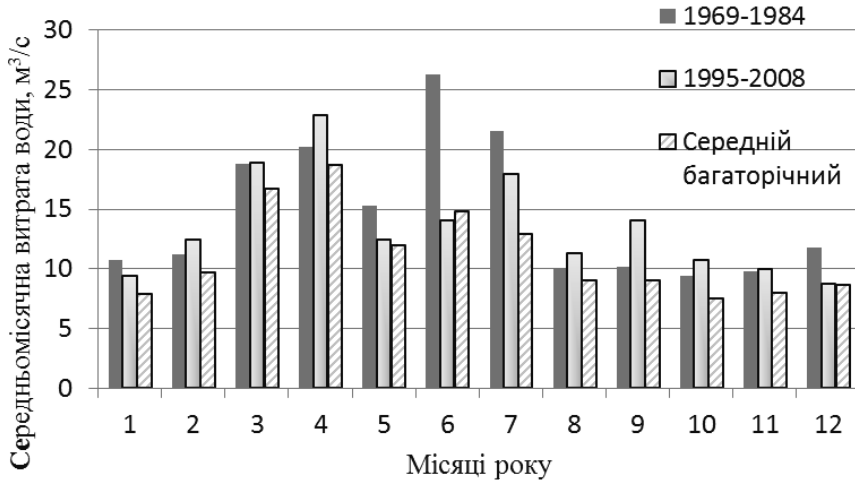


Рис. 7. Сезонний розподіл стоку у багатоводні періоди і середній багаторічний р. Дністер — м. Самбір

Саме зростанням підземного живлення у формуванні річного стоку верхньої частини р. Дністер можна пояснити зменшення стоку наносів, починаючи від середини 80-х років минулого сторіччя. Дані про зростання підземного стоку в басейні Дністра вже згадувалися в роботах В. І. Вишневецького, І. П. Ковальчука і в попередніх роботах авторів [9]. В досліджуваному регіоні за період 1995–2008 рр., порівняно з 1950–1968 рр., підземний стік виріс у 6 разів. Порівняно з багатоводним періодом 1969–1983 рр., підземний стік виріс в 1,6 рази, тоді як загальний стік майже не змінився (пересічні показники за 1969–1983 рр. — 13,7 м³/с і за 1995–2008 рр. — 13,5 м³/с). Особливо інтенсивне підвищення підземного стоку відбувалося на всіх річках регіону у період 1995–1999 рр. Це одна з основних причин зменшення стоку наносів при зростанні загальної водності у 1984–2008 рр.

За весь період спостережень тіснота зв'язку стоку наносів вище з максимальним стоком, аніж із пересічнорічним. Особливо це стосується фази підвищеної водності. Для залежності стоку наносів від максимального стоку доцільно виділити період підвищеного стоку наносів (1969–1983 рр.) в окрему функцію (пунктирна крива, рис. 8).

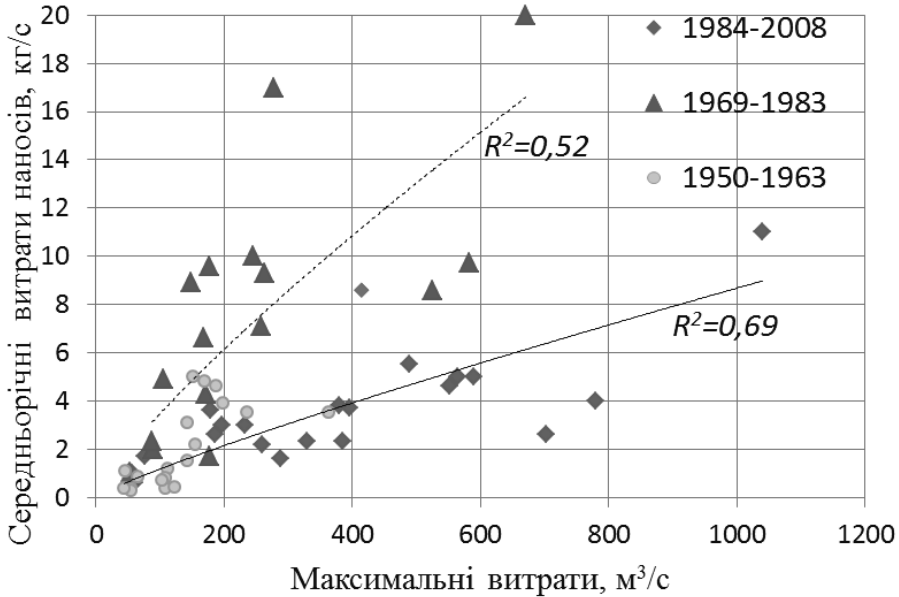


Рис. 8. Залежність стоку наносів від максимальних витрат р. Дністер — м. Самбір для різних періодів

Висновок

У коливаннях стоку річних наносів у створі р. Дністер на г/п Самбір виділяється період (1969–1984 рр.), коли порушується однорідність ряду спостережень та характер зв'язків між стоком твердих наносів й стоком води. Причинами можуть бути підвищені антропогенні навантаження у цей період та зміни характеру формування стоку.

Дослідження динаміки річного стоку води та твердих наносів, виконані для верхньої частини р. Дністер, показали, що в характері формування стоку твердих наносів відбулися зміни, пов'язані із фазами водності і змінами живлення річки. У загальному випадку стік наносів зростає із підвищенням водності і має тісний зв'язок із максимальним стоком.

В останні десятиріччя через зростання підземної складової стоку характер залежності змінився. Інтенсивність зростання твердого стоку при зростанні водності стала менш вираженою. У подальших дослідженнях рекомендується виконувати відокремлення підземної і поверхневої складових річного стоку.

Література

1. Бефани А. Н., Мельничук О. П. Расчет нормы стока временных водотоков и горных Украинских Карпат // Труды УкрНИГМИ. 1967. — вып. 69. — С. 105–131.
2. Вишневецький В. І. Про раціоналізацію спостережень за стоком річкових наносів // Наук. праці Укр. НДГМІ / Під ред. В. І Вишневецького і О. В. Войцеховича. Вип. 248. — К.: Укр. НДГМІ, 2000. — С. 123–137.

3. Дрозд Н. І., Горещька З. О. Стік завислих наносів річок УРСР. Вісті Інст-ту гідрології і гідротехніки АН УРСР, т. 20. Київ, 1966, с. 82–91.
4. Дрозд Н. І. Карта средней мутности вод рек УССР // Труды УкрНИГМИ. Вып. 60. Л.: Гидрометеоздат, 1968. С. 54–61.
5. Ковальчук І. П., Михнович А. В. Режим функціонування річкових систем верхньої частини сточища Дністра // Укр. геогр. журн. 2006. № 2. С. 9–17.
6. Кочубей С. Г. Исследование формирования твердого стока рек Украинских Карпат // Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. К., 1971. 20 с.
7. Мельник С. В. Сток взвешенных наносов на Карпатских притоках Днестра // Вісник Одеського державного екологічного університету. 2006. Вип. 2. С. 192–199.
8. Мельник С. В. Стік завислих наносів р. Дністер // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2006. Т. 11. С. 207–212.
9. Мельник С. В., Лобода Н. С. Динаміка водного режиму і стоку наносів річок Подолії // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2009. Т. 17. С. 55–62.
10. Пилипович О. Моніторингові дослідження стоку завислих наносів у басейнових системах верхньої частини сточища Дністра // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: Географія. Тернопіль. № 1. 2005. С. 42–48.
11. Пилипович О. В. Еколого-геоморфологічний моніторинг басейнових систем верхнього Дністра: Автореф. дис. ... канд. географ. наук. Львів, 2007. 25 с.
12. Рекомендации по статистическим методам анализа однородности пространственно-временных колебаний речного стока. Л.: Гидрометеоздат, 1984. 78 с.
13. СП 33–101–2003 Определение основных расчетных гидрологических характеристик.

С. В. Мельник

кафедра прикладной экологии
и гидрогазодинамики Одесского нац. политехн. университета,
просп. Шевченко, 1, Одеса-44, 65044, Украина

Н. С. Лобода

кафедра гидроэкологии и водных исследований
Одесского государственного экологического университета,
ул. Львовская, 15, Одесса-16, 65016, Украина

ДИНАМИКА СТОКА НАНОСОВ В ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ДНЕСТРА

Резюме

В колебаниях стока годовых наносов в створе р. Днестр — г. Самбор выделяется период (1969–1984 гг.), когда нарушается однородность ряда наблюдений и характер связей между стоком твердых наносов и стоком воды. Причинами могут быть повышенные антропогенные нагрузки в этот период и изменения характера формирования стока. Исследование динамики годового стока показали, что в характере формирования стока твердых наносов состоялись изменения, связанные с изменениями водности и питанием реки за счет роста подземной составляющей стока.

Ключевые слова: сток наносов, река Днестр, подземное питание рек, изменения климата.

S. Melnyk

National Polytechnic University of Odessa,
Shevchenko av., 1, Odessa-44, 65044, Ukraine

N. Loboda

Odessa State Environmental University,
Lvovskaya St., 15, Odessa-16, 65016, Ukraine

**DYNAMICS OF THE SEDIMENT YIELDS IN THE UPPER PART
OF DNESTR**

Summary

In fluctuation of annual sediment yields in a river Dnestr (c. Sambor) choose the period (1969–1984) when uniformity of some observation and character of connections between a sediment yields and a water flow is broken. Research of dynamics of an annual flow have shown that the changes connected with variation of hydraulicity and a feeding of the river at the expense of growth by underground component of a runoff.

Key words: a sediment yields, Dnestr, ground water inflow, climate fluctuations.